



TUGAS AKHIR – ME 091329

**Karakteristik Teknis Sistem Injeksi Udara
Bertekanan pada Metode *Automatic Coating Robot*
untuk Lambung Kapal**

Nur Muhammad Irfan
NRP. 4210100001

Dosen Pembimbing

Sutopo Purwono Fitri, ST. M.Eng, Ph.D
NIP. 1975 1006 2002 12 1003
Ir. Hari Prastowo, M.Sc.
NIP. 1965 1030 1991 02 1001

**Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2014**



Final Project ME 091329

Technical Air Pressure System Characterized of Automatic Coating Robot Method for Ship Hull.

Nur Muhammad Irfan
NRP. 4210100001

Lecturer:

Sutopo Purwono Fitri, ST. M.Eng, Ph.D
NIP. 1975 1006 2002 12 1003
Ir. Hari Prastowo, M.Sc.
NIP. 1965 1030 1991 02 1001

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of marine technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2014

ABSTRAK

Karakteristik Teknis Sistem Injeksi Udara Bertekanan pada Metode *Automatic Coating Robot* untuk Lambung Kapal

Nama mahasiswa : Nur Muhammad Irfan
NRP : 4210100001
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : - Sutopo Purwono Fitri, ST.
M.Eng, Ph.D
- Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

Jumlah kapal di Indonesia semakin meningkat di tiap tahunnya tercatat dari tabel data kapal yang tercatat di Biro Klasifikasi Indonesia, menurut data CD Register Biro Klasifikasi tahun 2011 untuk kapal kapal yang masih aktif sejumlah 6.663 unit. Berdasarkan hal tersebut proses maintenance maupun proses pembangunan pada kapal juga pasti akan terus meningkat tiap tahunnya. Salah satu proses yang penting dalam pembangunan kapal baru maupun maintenance pada kapal yaitu proses pelapisan atau juga bisa disebut dengan proses coating. Selama ini proses coating yang masih di aplikasikan masih dengan aplikasi konvensional dengan dibantu alat secara manual. Dalam skripsi ini akan dibahas konsep baru dalam proses coating dengan automatic, dimana mencakup beberapa informasi yang dibutuhkan dalam perkembangannya berupa karakteristik dan spesifikasi teknis hingga diagram robotik yang dapat menjadi acuan dalam perkembangan penelitian.

Kata kunci : Coating, Karakteristik dan Spesifikasi teknis, Diagram robotik.

ABSTRACT

Technical Air Pressure System Characterized of Automatic Coating Robot Method for Ship Hull.

Name of Student : Nur Muhammad Irfan
NRP : 4210100001
Department : Marine Engineering
Lecturer : - Sutopo Purwono Fitri, ST.
M.Eng, Ph.D
- Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

Amount total of Indonesia Ships always increase every year , and based on data of Biro Klasifikasi Indonesia table, from CD Register Biro Klasifikasi 2011 total of active ships are 6.663 units. Based on this condition maintenance and build process also increasing each year. One of the most important thing that needed for maintenance and new building is Coating process. Until today coating process that applied on the ships are still using conventional application with manual devices. In this thesis will be explain the new concept of coating process with automatic, include some information that needed to develop such as Technical characterized and specification until the robotic diagram that could be the reference of research for coating devices technology.

Key word : Coating, Technical characterized and specification , Robotic diagram.

LEMBAR PENGESAHAN

**Karakteristik Teknis Sistem Injeksi Udara
Bertekanan pada Metode *Automatic Coating Robot*
untuk Lambung Kapal**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Machinery and System (MMS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Nur Muhammad Irfan
Nrp. 4210 100 001

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Sutopo Purwono Fitri, ST, M.Eng, Ph.D

(.....)

Ir. Hari Prastowo, M.Sc

(.....)

SURABAYA

Juli 2014

LEMBAR PENGESAHAN

**Karakteristik Teknis Sistem Injeksi Udara
Bertekanan pada Metode *Automatic Coating Robot*
untuk Lambung Kapal**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Machinery and System (MMS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Nur Muhammad Irfan

Nrp. 4210 100 001

Disetujui oleh ketua jurusan teknik sistem perkapalan :

Dr. Ir. Agoes A. Masroeri, M.Eng



SURABAYA

Juli 2014

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: **Karakteristik Teknis Sistem Injeksi Udara Bertekanan pada Metode *Automatic Coating Robot* untuk Lambung Kapal**. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas segala sesuatu yang diberikan kepada penulis, khususnya kepada:

1. Bapak Sutopo Purwono Fitri, ST. M.Eng, Ph.D dan Bapak Ir. Hari Prastowo M.Sc. selaku pembimbing yang telah banyak memberikan masukan, kritik dan saran selama pengerjaan skripsi.
2. Dr. Ir. Agoes A. Masroeri, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan dan para dosen yang telah mendidik dan memberi pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Segenap karyawan PT. HEMPEL yang telah membantu dalam pengadaan data-data yang penulis butuhkan.
4. Segenap karyawan PT. JOTUN yang telah membantu dalam pengadaan data-data yang penulis butuhkan.
5. Teman-teman PINISI 10 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.

6. Keluarga besar Laboratorium MMS (marine machinery and systems) yang selalu memberikan semangat selama penulis menempuh studi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember ; mas rico alias chica rico , mas bimo alias om gembul, mas mat tombol, mas yogo, mas wawan, mas andi, mas aviyanto, adhi alias uklik byur -byur, abdan alias badan, jack alias oka, nadia alias bu nad, alminten, ciko, omen, victor, kib, luqman, frengki, dan semuanya.
7. Keluarga penulis yang selalu memberikan semangat selama penulis menempuh studi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
8. Semua pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharap segala bentuk saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	I
ABSTRACT	III
ABSTRAK	V
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XV
DAFTAR TABEL	XVII
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Proses pelapisan kapal	5
2.2. Pelapis kapal	6
2.3. Kompresor.....	41
2.4. Metode coating spray	43
2.4.1. Metode air spray.....	43
2.4.2. Metode airless.....	46
2.5. Nozle.....	49
BAB III METODOLOGI.....	55
3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah	55
3.2. Studi Literatur.....	55
3.3. Pengumpulan Data.....	57
3.4. Perhitungan kebutuhan udara	57
3.5. Perhitungan kebutuhan cat/pelapis	58

3.6. Penentuan spesifikasi komponen.....	59
3.7. Flow chart	61
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	63
4.1. Data spesifikasi coating.....	63
4.1.1 Data spesifikasi PT Hempel.....	64
4.1.2 Data spesifikasi PT Jotun.....	68
4.2. Perhitungan	71
4.2.1 Perhitungan kebutuhan udara.....	71
4.2.1.1 Kebutuhan udara dari application data berdasar pada spesifikasi.....	72
4.2.1.2 Perhitungan Kebutuhan udara dari application data berdasar pada spesifikasi.....	77
4.2.2 Perhitungan ketebalan coating	80
4.2.3 Consumption of paint, sebagai tolak ukur penggunaan coating.....	87
4.3. Desain rancang awal diagram blog.....	102
4.4. Pemilihan Spesifikasi kebutuhan sesuai dengan Perhitungan.....	103
4.4.1 Spesifikasi Nozle	103
4.4.1.1 Bentuk dari luaran nozle yang akan dibentuk.....	104
4.4.1.2 Ukuran Orifice yang sesuai dengan kebutuhan.....	105
4.4.1.3 Sudut yang akan dibentuk	106

4.4.2 Spesifikasi Air volume.....	107
4.4.3 Spesifikasi Kebutuhan coating	108
4.4.4 Spesifikasi Airless Spray.....	109
4.5 Efisiensi.....	110
4.5.1 Efisiensi pengecatan	110
4.5.2 Efisiensi waktu pengecatan	111
4.6 Desain rancangan	111
4.6.1 Desain awal perancangan sistem injeksi udara bertekanan pada automatic coating.....	112
4.6.2 Desain Sistem injeksi udara bertekanan pada automatic coating.....	114
4.6.3 Desain akhir diagram Sistem injeksi udara bertekanan pada automatic coating.....	115
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	135
5.1. Kesimpulan	135
5.2. Saran	138
DAFTAR PUSTAKA	139
Lampiran	141

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1	1
2.	13
3.	48
4.	64
5.	65
6.	66
7.	67
8.	68
9.	69
10.	70
11.	72
12.	73
13.	74
14.	75
15.	76
16.	77
17.	101
18.	105
19.	106
20.	107
21.	108
22.	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.	5
2.	6
3.	8
4.	11
5.	16
6.	17
7.	18
8.	18
9.	20
10.	20
11.	21
12.	22
13.	24
14.	25
15.	28
16.	29
17.	30
18.	44
19.	45
20.	46
21.	47
22.	50
23.	51
24.	52
25.	53

26.	.....	54
27.	.....	113
28.	.....	116
29.	.....	117
30.	.....	118
31.	.....	120
32.	.....	122
33.	.....	124
34.	.....	126
35.	.....	126
36.	.....	127
37.	.....	127
38.	.....	128
39.	.....	131

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jumlah kapal di Indonesia semakin meningkat di tiap tahunnya tercatat dari tabel data kapal yang tercatat di Biro Klasifikasi Indonesia, menurut data CD Register Biro Klasifikasi tahun 2011 untuk kapal kapal yang masih aktif sejumlah 6.663 unit yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1.1 Data Jumlah kapal di Indonesia

No	Jenis Kapal	Jumlah Kapal	Jumlah DWT
1	Passenger & Ferry	319	697568
2	Cargo Ship	807	1348847
3	Bulk Carrier	67	697212
4	Container Ship	149	812883
5	Tankers	363	2125908
6	Barges	2413	4373299
7	Others	2545	778857

(Sumber ; CD Register Biro Klasifikasi tahun 2011)

Dari banyaknya jumlah kapal, dan akan terus bertambah tiap tahun sesuai dengan kebutuhan industri, pastinya hal tersebut pasti dapat berimbas pada pembangunan kapal dan perbaikan kapal yang akan meningkat.

Terdapat berbagai macam proses dan pekerjaan yang dilakukan pada tiap pembangunan maupun perbaikan kapal. Salah satu diantaranya adalah pelapisan lambung kapal proses

pelapisan lambung kapal atau juga disebut dengan proses coating.

Proses coating pada bagian lambung kapal bertujuan untuk melindungi kondisi kapal agar terhindar dari korosi material besi yang bersifat korosif terhadap air dengan kadar garam tinggi pada laut dan dari hewan-hewan laut yang dapat menimbulkan kekasaran pada permukaan lambung kapal sehingga merugikan. Perlunya dilakukan kajian dalam bidang ini dari waktu ke waktu, selama permukaan lambung kapal

Pada kenyataannya proses pelapisan lambung kapal hingga pada saat ini kebanyakan masih bersifat konvensional, yang bersifat kurang efektif dan efisien dalam penggunaannya, bahkan dapat menimbulkan kerugian pada proses pembangunan maupun perawatan kapal.

Banyak proses coating yang hasilnya tidak maksimal dan menimbulkan banyak kerugian selama di lapangan yang diakibatkan dari kesalahan – kesalahan operator yang tidak sesuai, berbagai faktor mulai dari operator itu sendiri maupun hal lain yang belum dapat diprediksi serta dikaji secara mendalam mengenai proses pelapisan, karakteristik spesifikasi, peralatan coating hingga kajian perencanaan desain otomatis yang hingga kini belum disentuh pengerjaannya pada dunia industri maritim.

Diperlukan kajian karakteristik teknis mengenai coating, prosesnya, peralatannya, hingga desain otomatis dan perencanaannya dengan pendekatan akademis yang dapat menjadi salah satu acuan dasar dalam pengembangan teknologi proses coating.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang sudah dipaparkan seperti diatas, maka akan terdapat rumusan masalah-masalah yang muncul diantaranya:

1. Bagaimana perbandingan , antara metode konvensional , dimana menggunakan pemakaian secara manual yang didasarkan dengan kemampuan operator dengan metode coating lambung kapal menggunakan *automatic coating robot* dengan sistem injeksi udara bertekanan?
2. Bagaimana pengaruh metode coating lambung kapal menggunakan *automatic coating robot* dengan sistem injeksi udara bertekanan terhadap efisiensi penggunaan *coating*?
3. Bagaimana karakteristik spesifikasi coating yang telah dipilih dari beberapa perusahaan coating?
4. Bagaimana spesifikasi peralatan proses coating setelah mendapatkan beberapa karakteristik dari coating yang dipilih?
5. Bagaimana perencanaan dari peralatan dan mekanisme sistem otomatis coating lambung kapal dengan pergerakan robotik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi adalah :

1. Penelitian tidak membahas detail program dari control automatic dan robotik.
2. Karakteristik teknis hanya mencakup spesifikasi sistem injeksi udara bertekanan pada rancangan sistem automatic coating robot.
3. Tidak membahas analisa ekonomi.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari skripsi ini adalah:

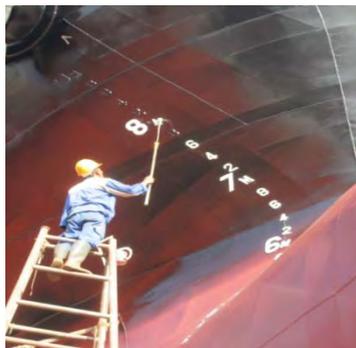
1. Memperkenalkan konsep sistem pelapisan lambung kapal secara otomatis, yang diletakkan pada wahana anjungan bergerak .
2. Melakukan kajian karakteristik teknis mengenai sistem injeksi udara bertekanan untuk pengecatan / pelapisan (coating) lambung kapal :
 - a) Kajian sistem konvensional dengan sistem injeksi udara bertekanan untuk pengecatan / pelapisan (coating) lambung kapal.
 - b) Analisa dan desain spesifikasi sistem injeksi udara bertekanan berdasarkan beberapa parameter – parameter yaitu :
 - 1) Jenis cat / coating (coating characteristics).
 - 2) Control ketebalan (thickness control).
 - 3) Konfigurasi dan basic blok diagram untuk sistem coating lambung kapal menggunakan spray injeksi udara bertekanan pada control automatic coating robot.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

1) Proses pelapisan kapal

Untuk perlindungan terhadap proses perkaratan dari metal serta tumbuh-tumbuhan laut dan binatang-binatang laut adalah dengan cara *coating*.

Pelaksanaan *coating* dapat dilakukan dengan kuas, rol kuas atau dengan semprotan (*sprayer*). *Coating* dengan kuas biasanya menghasilkan luas *coating* tidak begitu besar serta kecepatan *coating* lambat. Untuk memperbesar luas serta mempercepat hasil *coating* di pakai rol kuas. Keuntungan pemakaian rol kuas ini adalah hasil *coating* lebih cepat lebih kurang 2 s/d 3 kali dengan kuas biasa, serta cat sedikit sekali yang tercecer, sehingga luas *coating* tiap liter cat akan lebih besar dibanding dengan pemakaian kuas biasa.



Gambar 1 Proses Pengecatan lambung kapal dengan rol kuas

(Sumber : Irfan , Kerja praktek 1 PT.DPS , 11 Juli 2012)

Coating dengan semprotan (sprayer) sudah barang tentu kecepatan *coating* serta hasil *coating*nya lebih baik. Tetapi *coating* dengan semprotan ini tidak baik untuk kesehatan tukang cat. Oleh karena itu *coating* dengan sprayer, tukang cat harus memakai alat pelindung untuk pernafasan. Ketebalan tiap-tiap lapisan *coating* harus diperhatikan, sebab akan mempengaruhi mutu hasil *coating*. Terlalu tipis atau terlalu tebal tiap lapis *coating* selalu kita hindari.



Gambar 2 Proses Pengecatan lambung kapal dengan Spray

(Sumber : Irfan , Kerja praktek 1 PT.DPS , 11 Juli 2012)

2) Pelapis kapal / Cat kapal

Cat AC (anti corrosive)

Cara pencegahan korosi/karat dengan menggunakan *Coating* sebagai medianya, ada 3 faktor yang menjadi prinsip dasar yang harus dikembangkan yaitu :

(1) Menciptakan suatu pelindung fisik yang menjaga dari serangan ion – ion dan memperlambat penetrasi dari air dan oksigen . Yang bisa disebut dengan efek *BARRIER* .

(2) Memastikan air , pada lintasannya melewati cat coating, mengambil komponen khusus yang menghalangi terjadinya aktivitas korosi. Ini yang disebut dengan efek *INHIBITOR*.

(3) Memastikan *metallic* kontak antar baja dan less noble metal (Eg zinc). Ini menghasilkan perlindungan katodik pada baja dengan bantuan dari efek *GALVANIC*.

Efek Barrier

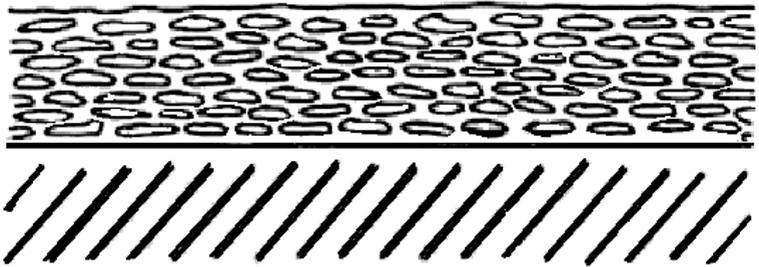
Efek barrier dihasilkan dari penggunaan coating tebal, 250-500 μm , dari pengecatan dengan batas permeability yang sangat rendah. Beberapa cat ini biasanya namun tidak selalu , berdasar pada bitumen, tar, dan ataupun epoxy. Jenis yang dapat mewakilinya diantaranya :

- Bitumen
- Coal tar epoxy
- Vinyl tar
- Epoxy.

Dengan menambahkan serpihan yang berbentuk pigmen-pigmen seperti lembaran aluminium ataupun micaceous iron oxide, suatu efek barrier bisa diterima walau pada ketebalan permukaan yang tipis.

Serpihan pigmen-pigmen berorientasi parallel terhadap permukaan besi, hingga air dan oksigen, disaat mencoba untuk menembus, didorong untuk melewati lintasan yang lebih rumit dan lebih panjang disekitar pigmen-pigmen.

Untuk secara permanen dibenamkan pada besi, utamanya, dan acapkali hanya sekali, pemilihan dalam perlindungan melalui coating, akan memerlukan efek barrier. Jika barrier suatu coating mengalami kerusakan, luasan kerusakan akan membuka jalan pada korosi , dimana bisa memproses pada kepatahan , pada besi dan luaranya yang bersentuhan langsung dengan coating Demikian pula dimana terdapat resiko pada kerusakan mekanik, perlindungan tambahan , pada bentuk perlindungan katoda juga perlu ditambahkan .



Gambar 3 efek barrier pada coating

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2002)

Effek Inhibitor

Kelajuan pada korosi bisa dikurangi dengan menggunakan bahan primer yang juga disebut dengan inhibitor. Bahan-bahan yang mudah larut ataupun pigmen dasar yang dirancang untuk menekan proses korosi contohnya seperti :

- Zinc chromate₂
- Zinc phosphate₁
- Zinc metaborate₁
- Red lead
- Calcium plumbate

Semua jenis Inhibitor, harus bisa larut dalam air. Untuk mencegahnya tersapu dari pelindung primer, topcoat tanpa Inhibitor digunakan untuk menyokong perlindungan yang penting untuk inhibitive primer untuk bagian akhirnya. Berdasarkan kelarutan air pada pigmen-pigmen yang digunakan, primer dengan inhibitor tidak untuk digunakan dalam pencelupan yang lama seperti; seperti halnya dengan bongkahan yang dihasilkan dari proses blistering dan

kerusakan dini. Disaat terjadi kerusakan , perlindungan yang layak akan melawan dari pergerakan karat yang dihasilkan, tetapi luasan kerusakan sendiri tidak terlindungi.

Effek Galvanic

Perlindungan pada besi melalui efek galvanic (perlindungan katoda) bisa di dapat dengan cat yang mengandung metallic zinc dengan jumlah yang besar. Kondisi efektif adalah pada saat cat yang diformulasikan untuk memberikan kontak metalik antara partikel individual zink dan antara partikel zink dan besi. Jenis dari A condition for effective protection is that the paint is formulated to give metallic contact between the individual zinc particles and between the zinc particles and the steel. Jenis dari lapisan untuk taburan zinc diantaranya:

- Epoxy
- Ethyl silicate
- Alkali silicate

Kebutuhan yang sangat alamiah dari cat ini yakni kebersihan permukaan besi, dan pada khususnya pada zinc silicate, yang lebih baik didefinisikan pada permukaan suatu profil, jika baik dan hasil akhirnya diperoleh.

Zinc silicates, saat digunakan , awalnya lebih melekat. Setelah beberapa lama, betapapun , pori-pori di isi dengan hasil korosi dari zink dan barrier yang telah dibentuk.

Ketika rusak, efek galvanic kembali menetap pada bagian yang rusak dan secara efektif melindungi dari karatan. Sejak korosi menghasilkan zink (zink garam) yang dimana lebih mudah dalam pelarutan, cat taburan zink tidak biasanya digunakan untuk perlindungan pada permukaan yang tercelup air secara permanen, tapi seperti zink silicate, karena hambatan dari pelarutan yang superior, merupakan pelapisan yang merupakan pelindung yang baik pada permasalahan tangki.

Primer Coat

Merupakan cat dasar yang dipakai untuk mengecat bagian atas kapal yang tidak terendam air. cat Primer Coat ini mempunyai basis pigment yang dapat melindungi kapal dari korosi di kombinasi dengan resin yang dapat mencegah besi dari korosi/karat. Basis resin yang dipakai ada beberapa pilihan diantaranya rubber resin, alkyd resin dan epoxy resin. Dianjurkan menggunakan epoxy resin (dapat menahan korosi lebih baik dalam waktu yang lama).

Primer sebagai pelindung korosi sementara

Primer tersebut acap kali dibagi dalam 3 sub kelompok, tergantung pada pekerjaan yang digunakan :

- shopprimers
- holding primers
- blast primers.

Shopprimer

Coating Primer jenis ini acap kali digunakan dalam proses dalam pre-konstruksi, sebelum fabrikasi maupun sebelum treatment pada coating primer. Anti korosifnya dirancang untuk digunakan pada perencanaan otomatis , pada pelat ataupun profil untuk proses assembly ataupun pembangunan.

Persyaratan

Persyaratan khusus dalam sejenis proses coating primer ini diantaranya :

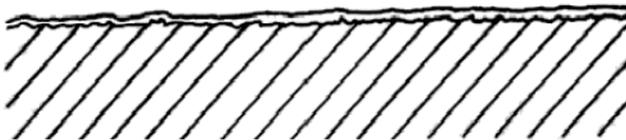
- Untuk mendukung perlindungan terhadap korosi disaat periode pembangunan.
- Untuk penggunaan spray pada bermacam jenis instalasi otomatis.

- Waktu untuk pengendalian antara penggunaan dan pengeringan, harus dalam waktu yang singkat.
- Haruslah tidak ada pengaruh negatif terhadap kecepatan proses pengelasan ataupun pemotongan.
- Haruslah tidak berpengaruh negatif terhadap kekuatan pengelasan.
- Haruslah dapat menahan termasuk pengendalian kekasaran dalam pelatihan.
- Haruslah tahan air
- Haruslah membentuk dasar yang sesuai dengan luasan seluas mungkin dari sistem coating.

Properties

Konsekuensi terhadap persyaratan diatas , proses shopprimer memiliki properties yang tidak umum ditemukan pada perencanaan cat dalam tujuan penggunaan yang lain; yang dapat dicatat yaitu :

Cat ini adalah cat yang termasuk digunakan dalam kategori dengan ketebalan rendah , 15 – 25 micron , dalam hal lain tidak berkaitan dengan kecepatan dari pemotongan dan pengelasan. Hasil perlindungan yang layak pada ketebalan yang tipis hanya bisa didapat jika coating yang mengikuti kontur dari besi yang telah di blasting, dan shopprimer hanya dirancaang untuk itu.



Gambar 4 lapisan shopprimer pada besi

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2002)

Shopprimer sangat terkait dengan formulasi , oleh karena kecepatan pengeringan dan memperlambat perproperties laju aliran. Sisi lain berpengaruh terhadap kekuatan kohesif yang rendah, dan penggunaan shopprimer pada yang ketebalan lapisan yang telah menimbulkan tanda untuk keretakan saat coating berlebih. Untuk mendapatkan perlindungan yang di kehendaki , dan menghindari dari keretakan yang terlalu dini ataupun keretakan berikutnya dari coating shopprimer, ketebalan lapisan haruslah mendekati dari nilai spesifikasi yang diberikan supplier. Seperti halnya perlakuan eksak yang hanya diterima pada pengerjaan otomatis.

Jenis dari Shopprimer

Shopprimer yang dapat diterima secara meluas diantaranya yaitu :

- Poly Vinyl Butyral (PVB)
- Epoxy iron oxide
- Zinc epoxy
- Zinc silicate

Umumnya kesimpulan dari properties yang penting dari shopprimer bisa dicantumkan dalam suatu tabel berikut :

Property	Type of Shopprimer			
	zinc epoxy	zinc silicate	epoxy iron oxide	PVB
Delivery	two-pack	two-pack or one-pack	two-pack	two-pack or one-pack
Solvent and thickeners	esters, ketones, aromatics	water or alcohols	esters, ketones, aromatics	alcohols, ketones, aromatics
Dry film thickness	15-25 μm	15-25 μm	20-25 μm	20-25 μm
Anticorrosive properties	very good	excellent	good	good
Mechanical properties	very good	excellent	good	good
Recoatibility	sometimes critical	sometimes critical	less critical	less critical
Resistance to ICCP*	not usually used with ICCP	not usually used with ICCP	good	limited

*ICCP = Impressed current cathodic protection

Tabel 2 tabulasi beberapa properties dari shopprimer

(Sumber : Hempel marine coating product data 2005)

Holding Primer

Jika lifetime dari shopprimer harus diperpanjang holding primer bisa digunakan. Persyaratan paling penting pada holding primer adalah tidak adanya batas maksimum recoating interval, penggunaan sistem coting yang spesifik bisa saja digunakan, disaat diperbolehkan dalam pengerjaan pembngunan. Holding primer seringkali juga digunakan sama dengan blast primer, yang tidak sepenuhnya dibenarkan.

Blast Primers

Dimana terdapat temporary protection untuk blast cleaned steel digunakan dengan pengendalian dengan tangan dari spray gun, seperti saat ketika pengerjaan perawatan, satu harus memilih anticorrosive yang layak dengan recoating interval yang lama, dan penggunaannya pada ketebalan lapisan yang lebih tipis dari biasanya. Seringkali juga sesuai digunakan dalam Anticorrosive primer, dan sering juga digunakan untuk tujuan ini sebagai blast primer, idealnya, digunakan sebagai dasar dari tipe generik yang sama mengikuti pelapisannya.

Antifoulings

Daalam pengecatan kapal dimana memiliki lambung yang tercelup dibawah permukaan air, ada 2 tujuan penting diantaranya :

- Perlindungan terhadap konstruksi besi
- Pencegahan dari kekasaran lambung

Ketika kekasaran lambung meningkat, mala yang tak dapat dihindari yaitu meningkatnya tahanan dari pergerakan kapal, sehingga menurunkan kecepatan dan meningkatkan kebutuhan bahan bakar. Kekasaran lambung meningkat seiring dengan menghinggapnya organisme laut pada dinding lambung kapal. Beberapa dari jumlah populasi organisme berenang di lautan ataupun terbawa oleh arus, tapi beberapa diantaranya harus hinggap di suatu tempat dengan permukaan yang keras untuk memenuhi siklus kehidupannya. Beragam jenis hewan ini disebut juga dengan Fouling.

Fouling

Fouling organisme diestimasikan dibagi dalam of 4-5000 species berbeda. Mereka bisa dipisahkan menjadi 2 kelompok yakni :

- micro-organisme
- macro-organisme

Ò **Micro-organisme** terbentuk dari lapisan dasar lapisan lumpur. Micro-organisme seperti: bakteri, jamur, protozoa dan diatom (unicellular algae). Yang perlu diperhatikan yaitu bakteri dan diatom.

Ò **Macro-organisme** cukup besar hingga bisa di lihat dengan mata telanjang. Contoh dari Macro-organisme yakni: **algae** dan **hewan laut**.

Algae (rumput laut) jenisnya yang dominan dilaut diantaranya :

- green algae
- brown algae
- red algae

Hewan laut yang dominan diantaranya :

- hewan bercangkang keras:

barnacles

goosenecks

tubeworms

bryozoans

mussels

- bentuk lembut :

hydroids

tunicates

Cat AF (anti fouling)

Cat AF merupakan lapisan akhir diatas lapisan AC. Cat AF ini akan memberikan perlindungan terhadap mekhluk laut seperti, cacing laut, sejenis kerang, lumut laut didalam perairan tropis maupun tenang.

Antifouling

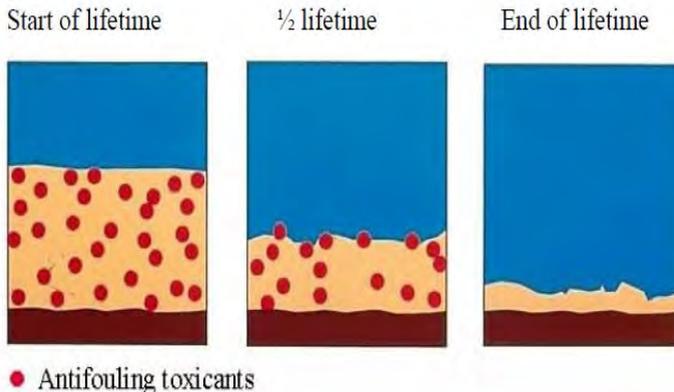
Cat Antifouling mencegah fouling dengan melepaskan bioactive ingredients yang bercaampur dengan proses biological dari fouling organisme. Bioactive material digunakan pada cat antifouling hingga kini biasanya terdiri dari cuprous oxide, komponen organotin dan organic biocides.

Semua biocides menyatu dengan baik dengan cat yang tercelup dibawah air. Disaat dilepaskan pada konsentrasi yang cukup tinggi biocides akan mematikan semua fouling organisme. Racun yang dilepaskan dari mekanisme berbeda dan membentuk suatu basis untuk klasifikasi dari cat antifouling.

6 kelompok inti yang berhubungan terkait dengan hal tersebut diantaranya:

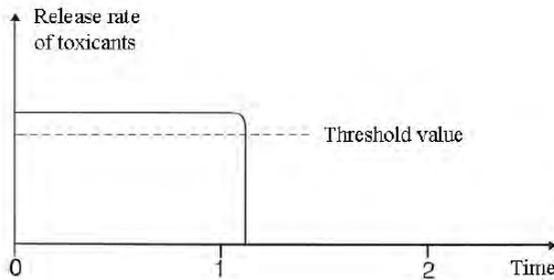
- conventional, soluble matrix antifouling
- advanced, insoluble matrix antifouling
- ablative/polishing antifouling
- tin based
- tin-free self-polishing antifouling.
- fouling release coating

Soluble matrix antifouling merupakan dasar inti dari gum rosin atau rosin derivatives. Zat yang larut dalam air, lapisan lemah secara mekanik, dimana hanya dapat dilalui oleh konsentrasi yang rendah dari bioactive material dan relatif hanyalah sistem antifouling tipis.



Gambar 5 Antifouling toxicants

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2002)



Gambar 6 Grafik Antifouling toxicants

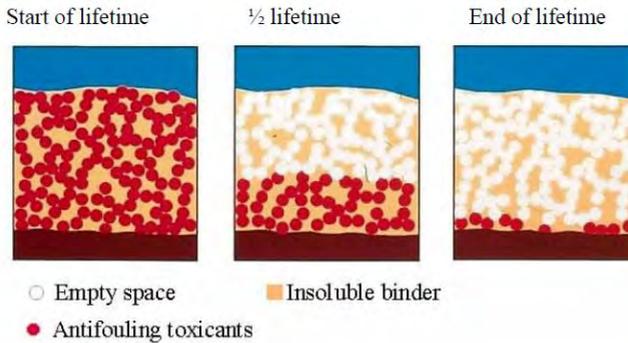
(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2002)

Properties umum :

- Batas perlindungan hanya hingga, 12 – 15 bulan.
- Hanya antifouling dengan jenis penggunaan yang aman yang dilapiskan melintasi soft (bituminous) primers.
- Lapisan oksidasi dan sensitif terhadap sinar matahari kapal haruslah diluncurkan / di apungkan setelah penggunaannya.
- Sensitive pada polusi minyak (keduan, mineral dan minyak ikan).
- Berdasarkan pada kekuatan mekanik dari lapisan, subjek untuk cold flow.

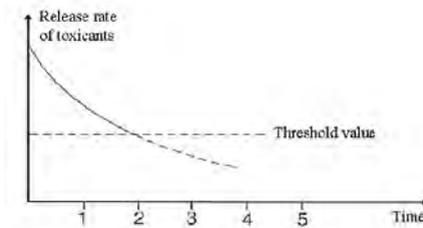
Ò **Insoluble matrix** antifouling terdiri dari pengeringan secara fisik, lapisan **seawater insoluble** (seperti vinyl ataupun karet chlorinated). Kekuatan mekanik dari lapisan yang tinggi, melewati beban tinggi dari pigmen antifouling. Sebagai lapisan insoluble dalam air laut, partikel racun (pigments) haruslah langsung bersentuhan dengan yang lainnya untuk dilarutkan oleh air laut dan melepaskan kandungannya.

Rata-rata pelepasan amatlah tinggi pada awal penggunaan, tapi akan terus menurun secara perlahan selama penggunaannya, meninggalkan struktur honeycomb (matrix hampa) yang terdiri dari lapisan insoluble. Matrix hampa ini berkontribusi pada perkembangan kekasaran.



Gambar 7 Antifouling toxicants , Empty space, Insoluble binder.

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2002)



Gambar 8 Grafik Antifouling toxicants , Empty space, Insoluble binder.

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)

Pada penggunaan akhir untuk antifouling tertentu, konsentrasi dari toxicants sangat jauh dibawah nilai dari threshold value, dimana fouling dari lambung tidak bisa lagi dicegah.

Properties umum :

- Perlindungan Fouling untuk jangka waktu 18 - 24 bulan dimungkinkan pada saat kondisi penggunaan secara kondisi normal.
- Coating bisa digunakan kembali dengan proses scrubbing (matrix hampa di hilangkan untuk mengadakan toxicants yang tersisa untuk melarutkan pada rata-rata yang cukup).
- Matrix hampa bisa disumbat oleh polusi , menutupi toxicants.
- Matrix hampa harus di tutup pada saat re-docking
- Matrix hampa berkontribusi dalam peningkatan kekasaran.

Ò Ablative/polishing

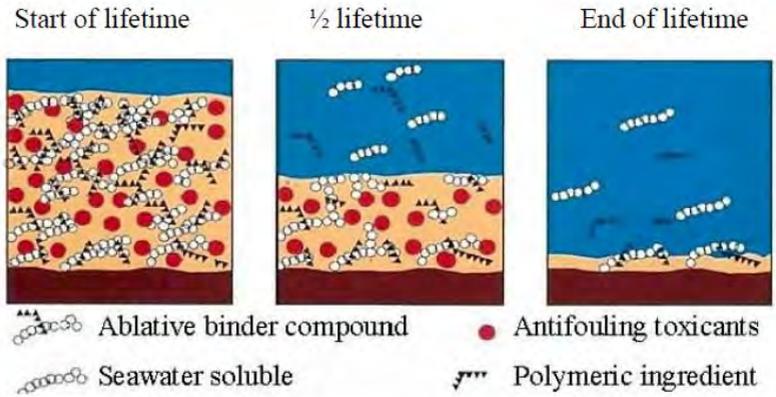
Antifouling berfungsi sebagai dissolution/erosion proses (juga diketahui bagian dari soluble matrix antifouling, bagian dari cat self-polishing).

Terdiri dari proporsi yang luas dari larutan air laut, non-toxic, lapisan fisik pengering dikombinasikan dengan bahan-bahan polymeric yang dapat mengendalikan laju rata-rata dissolution/erosion dengan proses secara fisik.

Muatan dari biocides bisa diatur , hingga pada performa teratas, non-polishing antifouling.

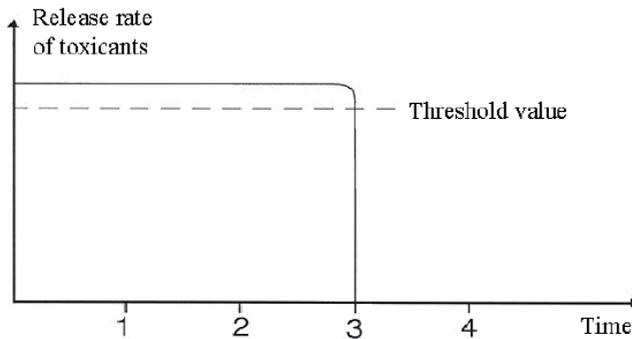
Biocide pada kontaknya dengan air laut yang dibubarkan bersamaan dengan lapisan yang tercelup. Bahan-bahan pengendali proses dissolution kemudian di bilas pada pembentukan dari micro-lumps.

Sejenak setelah dicelupkan, proses penyamaan dicapai , dimana mendorong terjadinya constant polishing/ablation rate.



Gambar 9 Antifouling toxicants , Ablative compound, Seawater soluble, Bahan-bahan Polimerik.

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)



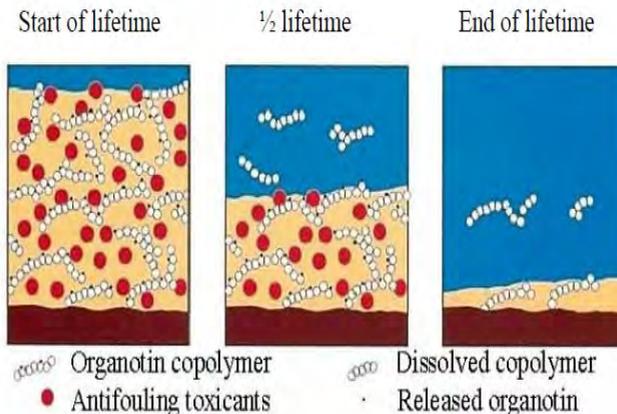
Gambar 10 Grafik Antifouling toxicants , Ablative compound, Seawater soluble, Bahan-bahan Polimerik.

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)

Properties umum:

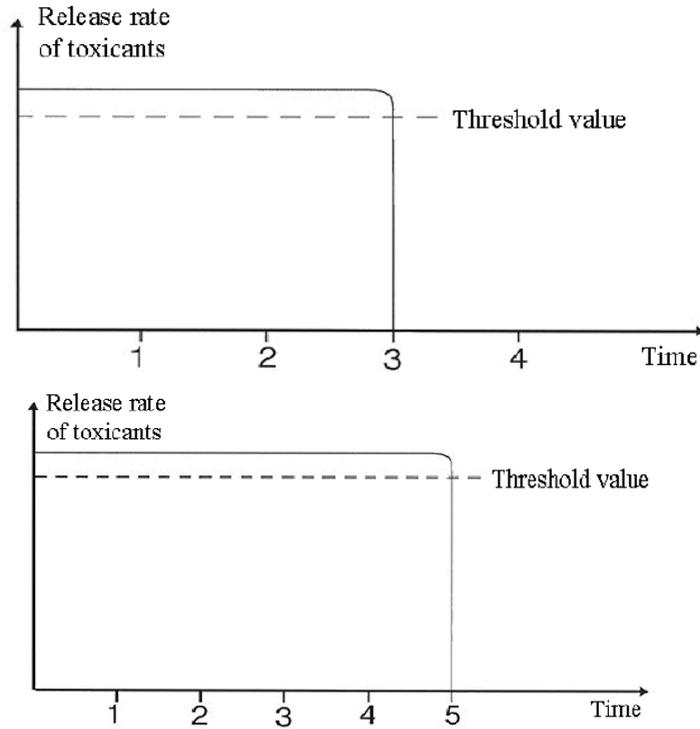
- Perlindungan Fouling diatas dari 3 tahun
- Pengendalian kekasaran.
- Tidak membutuhkan penutupan pada redocking dengan tipe antifouling yang sama.
- Pelepasan ekonomi dari toxicant.
- Sistem Lapisan Non-toxic

Ò **Self-polishing** pada dasarnya antifouling terdiri dari lapisan pengering secara fisik. Yakni beberapa organotin copolymer dengan kekuatan mekanikal yang tinggi. Senyawa organotin telah berreaksi pada copolymer (Lapisan) , yang membuat beberapa organotin copolymer, dimana larut dalam air laut. Reaksi kimia mengendalikan dissolution rate pada tingkatan molekul, hasilnya yaitu yang kita ketahui dengan efek self-polishing .



Gambar 11 Antifouling toxicants ,Organotin copolymer ,
Dissolved copolymer, Orgatin melepas.

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)



Gambar 12 Grafik Antifouling toxicants ,Organotin copolymer , Dissolved copolymer, Orgatin melepas.

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)

Pada penambahannya untuk toxicants berreaksi pada lapisan selanjutnya toxicants ditambahkan pada fasa pigmen, menghasilkan antifouling dengan performa tinggi yang sesuai pada kondisi penggunaannya dalam mencegah fouling. Kekuatan mekanik dari lapisan menjadikan hasil sistem yang

amat tebal , dan dengan demikian penggunaan dapat dilakukan untuk jangka yang panjang , bahkan hingga lima tahun. Bagian yang secara langsung dengan recoatability sendiri tanpa menggunakan penutup pada saat dry docking, keuntungan yang paling besar yaitu self-polishing dan ,pada polishing rate yang tinggi, akan terjadi efek smoothing ; ini menghasilkan perawatan yang rendah dan pengurangan kekasaran pada lambung .

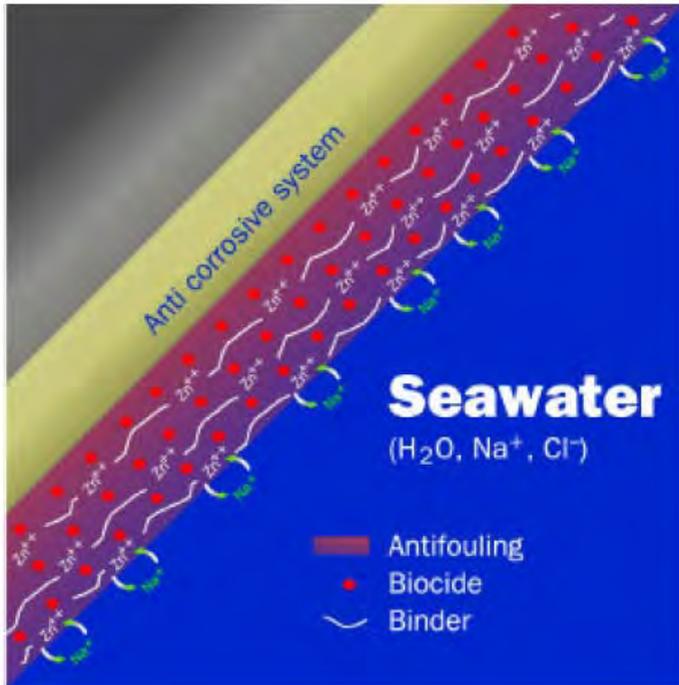
Properties umum:

- Perlindungan Fouling yang memungkinkan hingga diatas lima tahun pada kondisi penggunaan.
- Pengendalian kekasaran ; efek smoothing(pengurangan kekasaran) pada polishing rates yang tinggi.
- Tidak dibutuhkan penutup/pelindung pada saat redocking dengan jenis antifouling yang sama.
- Mengandung fasa pengikat yang tipis.
- Relatif mahal.

Pada beberapa tahun perkembangan perhatian terhadap lingkungan pada industri perkapalan berpengaruh terhadap senyawa dari organotin compounds pada organisme laut di wilayah aktifitas perkapalan yang padat dan buruknya peralihan air. Hasilnya tuntutan untuk tin-free antifouling meningkat, dimana membawa pada perkembangan dari tin-free self-polishing antifouling, yang menjaga self-polishing properties yang dibentuk dari dasaran yang tipis, cat selfpolishing tanpa menggunakan kandungan tipis dari kelompok pengikat.

Ò **Tin-free self-polishing** antifouling merupakan dasar dari pengeringan fisk, dengan pengaturan sendiri dari sistem pengikatanya. Berbagai macam teknologi pernah ada. Tin free selfpolishing antifouling merupakan dasar pada peralihan ions diantara garam hydrolysable zinc carboxylate polymer dan

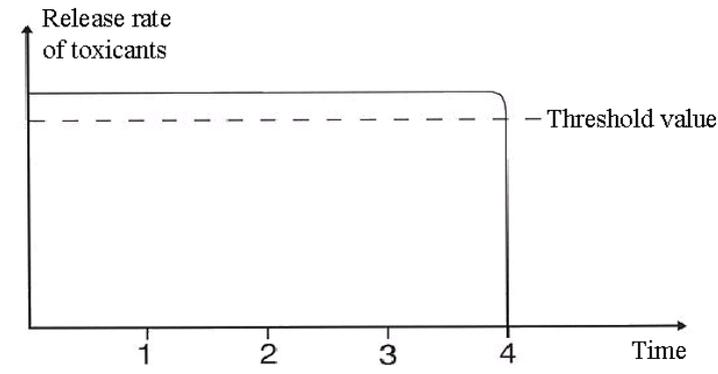
sodium (Na^+) pada air laut. Mekanisme ini banyak kesamaan dengan TBT (Tributyltin) selfpolishing antifouling.



Gambar 13 Lapisan Antifouling, biocide, dan pengikat(binder).

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)

Pertukaran ion yang terdapat pada permukaan tipis lapisan antifouling dimana Ion sodium dari air laut digantikan dengan Ion zinc pada polymer pengikat. Hanya permukaan lapisan aktif ini yang terdiri dari bagian pengikat sodium yang larut dalam air laut.



Gambar 14 Grafik Lapisan Antifouling, biocide, dan pengikat(binder).

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)

Properties umum :

- Memungkinkan Perlindungan Fouling hingga diatas dari 5 tahun dalam kondisi penggunaan
- Tin-free binder system
- Ramah Lingkungan
- Pengendalian kekasaran, efek smoothing
- tidak membutuhkan penutup pada saat redocking dengan jenis pengikat yang sama.

Fouling Release Coating. Fouling Release merupakan teknologi pengendalian fouling dimana , tidak seperti halnya antifouling tradisional , tidak mengandung toxic biocides, tidak hanya berdasarkan pemaparan definisi, beberapa antifouling.

Fouling Release coating menyokong dari proses pelindung fisik sebagai lawan dari pelindung kimia dari antifouling coating.

Fouling Release coatings pada umumnya berdasar pada silicone dan menyokong dari kelembutan , gesekan yang minim, permukaan hydrophobic, pada organisme fouling yang sulit untuk menetap dan melekat.

Organisme yang menetap, saat berlebih dari periode idealnya contohnya , bisa dengan mudah dihilangkan. Ini dilakukan dengan cara “self-cleaning” dari pergerakan kapal yang melalui air dalam kecepatan tertentu atau dengan pembilasan tekanan rendah di dok atau dengan pembersihan non-abrasive dibawah laut.

Keistimewaan dari Fouling Release Coating:

- Dasaran silikon , yang menyokong dari permukaan yang mudah halus dan bersih .
- Bebas Biocide , ada keluhan dari lingkungan mengenai peraturan penggunaan biocide.
- Bahan kimia lembam atau non-polishing, adapun permukaan yang halus terawatkan berdasarkan spesifikasi lifetime. Perawatan dengan permukaan halus menguntungkan dalam efisiensi bahan bakar. Beberapa jenis kapal bisa menunjukkan peningkatan kecepatan dan penggunaan bahan bakar yang efisien.
- Bebas tembaga, adapun sesuai untuk kapal dengan bahan dasar aluminium.
- Bobot yang ringan.

Fouling Release coatings secara umumnya digunakan pada sistem anti korosif yang sesuai. “Landasan cat” digunakan dimana untuk menyokong proses adhesi antara anticorrosive dan “non-stick” top coat.

Pada hasilnya , Fouling Release memiliki beberapa batasan. Untuk bekerja secara efektif (self-cleaning) kapal memerlukan keseimbangan yang baik pada kecepatan dan kegiatannya. Coating merupakan bahan yang lembut di alamnya dimana bisa saja sangat rapuh dari kerusakan mekanik seperti abrasi.

Ancor Paint atau Bituminous Paint

Merupakan cat akhir yang dipakai untuk mengecat bagian rantai dan jangkar kapal. cat akhir ini mempunyai basis resin yang dapat menahan korosi.

Di kombinasi dengan resin yang mempunyai ketahanan cuaca (anti weathering) dan resapan air laut. Basis resin yang dipakai ada beberapa pilihan diantaranya rubber resin dan alkyd resin .

Beberapa dasar kimia Some basic chemistry

Properties dari pengikat pada cat utamanya terdiri dari cat pengikat pembentukan lapisan.

Pengikat selalu di buat dalam unit yang kecil (**monomer**) hingga unit yang besar, **polymer**. Jika polymer terdiri dari lebih dari satu jenis monomer, disebut dengan **copolymer**.

Jika polimer terbentuk dengan monomer yang sama, disebut **homopolymer**. Jumlah dari monomer sangat beragam pada polymer bisa beragam dari 5 hingga banyaknya 3500, dan hubungannya dengan cat yang biasanya cukup tinggi

Pada lapisan cairan obat maupun pengering pengikat ditemukan sebagai akar dari rantai yang panjang (rantai polymer) atau lebih dekatnya seperti jaring rajutan (rantai polymer yang terhubung *cross-linking*).



Gambar 15 Rantai Polymer, Rantai Polymer dengan *cross linking*

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)

Ukuran dan bentuk dari pengikat polymer akan mempengaruhi properties akhir dari lapisan cat. Semakin panjang rantai molekul dan struktur jaringan akan meningkatkan kekerasan dan tahanan yang dihasilkan pada ikatan, sementara molekul yang lebih kecil akan menghasilkan penetrasi yang baik pada substrat.

Klasifikasi berdasarkan jenis pengikat

Cara dari lapisan cat tersusun terdiri dari banyak **key properties** dari lapisan cat yang perlu ditentukan. Dikarenakan hal inilah mengapa cat biasanya di klasifikasikan berdasar pada susunan dasaran lapisannya.

Susunan lapisan dapat dibagi menjadi 2 cara yakni:

- **Pengeringan fisik.**
- **Obat Kimiawi.**

Pengeringan Fisik

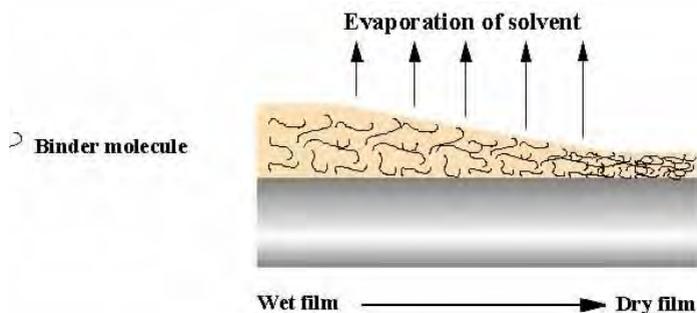
Pada cat p engeringan fisik lapisan molekul pada lapisan cat yang kering siap untuk diperlihatkan pada kondisi cat yang basah. Tidak ada pergantian pada komposisi stuktur dan ukuran molekul.

Lapisan cat terbentuk dari proses evaporasi dari pelarut (proses fisik) , meninggalkan molekul pengikat seperti rantai yang tergulung dan mengikat pada coating. Pengikat sangat penting dalam dunia industri diantaranya :

Cat Pelarut Solvent-borne

Pengikat menjadi tersebar pada pelarut, kedua pengikat pada alamiah seperti **tar** dan **bitumen** dan jenis sintetik seperti **Karet chlorinated** , **acrylic** and **vinyl**.

Susunan lapisan



Gambar 16 Evaporasi solvent

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)

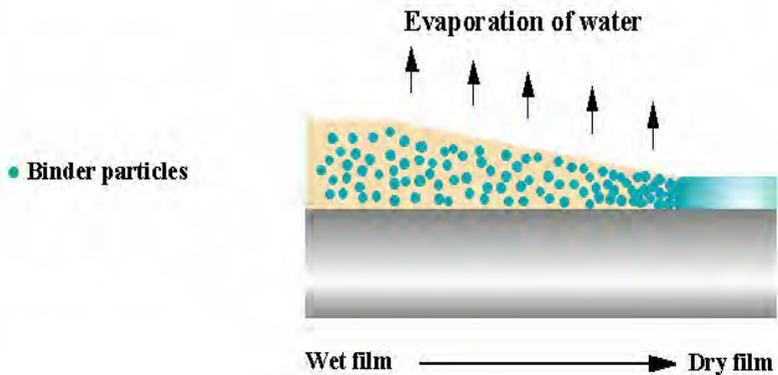
Pelarut menguap. Molekul pengikat akan terikat dan tertarik satu sama lain pada suatu substrate.

Cat Water-borne

Cat Water-borne merupakan dispersi dari lapisan kecil partikel di dalam air. Lapisan yang sangat besar bisa tidak menyatu pada fase lapisan dengan memanfaatkan teknologi dispersi.

Digunakan pada cat solvent-borne dengan ukuran yang sama dari molekul akan menghasilkan viskositas yang amat tinggi, atau jika dicairkan pada viskositas yang sama, pada kondisi kandungan padat yang sangat rendah.

Susunan lapisan



Gambar 17 Evaporasi air

(Sumber : Hempel marine coating PCM, July 2)

Air menguap. Lapisan partikel mengalami deformasi dan coalesce (atau larut bersamaan) yang didukung oleh coalescing agents (Pelarut kuat untuk partikel berlapis) hingga mereka membentuk lapisan yang berkelanjutan , yang ditambahkan pada permukaan. Properties umumnya sebagai berikut :

Ò **Pelarut borne**

- Dapat berbalik , walau bulan maupun tahun setelah penggunaan , larut sendiri atau dengan pelarutan lebih. Molekul pelarut berpenetrasi diantara lapisan molekul, mendorongnya menjadi beberapa bagian dan membubarkan lapisanya. Pelarut sensitif ; konsekuensi dari dapat berbalik, cat ini akan tidak tahan lagi terhadap kekuatan pelarutnya sendiri.
- Temperatur tersendiri untuk susunan lapisan , sejak tiadanya reksi kimia termasuk didalam susunan lapisan itu sendiri.
- Recoatability sangat baik.

Ò **Waterborne**

- Dapat berbalik pada beberapa derajat, seperti coalescing agent ataupun cairan pelarut pada kekuatan dissolusi yang sama kuat ataupun lebih kuat maka akan bisa melakukan proses re-dissolve lapisan cat ; bagaimanapun juga , hanya

dengan menambahkan air tidak akan menghasilkan re-dispersi dari lapisan cat. Redispersi tidak akan pernah terjadi

- Solvent sensitive; konsekuensi pada hal diatas pelarut yang sama maupun yang lebih kuat pada kekuatan dissolusi pada coalescing agent pada pertanyaan yang dapat menyereang coating.
- Ketergantungan Temperatur untuk susunan lapisan , titik paling lembut dimana lapisan partikel dapat meleleh secara bersamaan, biasanya pada suhu 5°C atau paling tidak pada suhu tinggi, minimum penggunaanya yaitu 10°C.
- Thermoplastic, sebagai cat solvent-borne .
- Kemampuan recotability yang baik.

Tars dan Bitumen

Coal tars diperoleh dari hasil distilasi dari batu bara , yang dibentuk dari kerja gas , tapi kini kebanyakan dari steel works. Terdiri dari campuran cairan minyak tar dan pecahan batubara solid.

Bitumen sering kali tidak memiliki residu dari minyak distilasi meskipun masih bisa ditemukan di alam.

Sebagai lawan dari lapisan lain yang digunakan untuk coating perlindungan, coal tar dan bitumen seringkali digunakan tanpa pigmentasi. Kandungan yang paling tinggi terdiri dari karbon

yang membuat penglihatan buram dan hitam. Tar dan bitumen merupakan coating dengan biaya yang rendah, secara khusus dibalik

lining dan sebagai perawatan coating pada tangki ballast.

Keuntungan umum dan batasan dari tar dan bitumen diantaranya :

- Water resistance yang sangat baik.
- Tidak baik dalam segala kondisi cuaca jika langsung mengenai matahari, (berdasar pada evaporasi dari penguapan minyak yang rendah)
- Chemical resistance yang kurang baik.
- Solvent resistance yang buruk.
- Penetrasi dan adhesi yang baik.
- Biaya yang murah.
- Memberikan Kemunculan dari pembelahan seperti molekul kecil (penguapan minyak yang rendah) yang akan berpindah pada permukaan dan mengakibatkan hilangnya warna pada permukaan yang tidak hitam
- Hanya Hitam atau warna yang sangat gelap yang dapat digunakan dengan water resistance yang baik dari coal tar, juga biasanya digunakan dalam kombinasi dengan lapisan lainnya seperti, epoxy, vinyl dan polyurethane.

Karet Chlorinated

Seperti halnya yang terindikasi dari namanya resin karet chlorinated terbentuk dari penambahan chlorine pada karet. Pada beberapa hari hanya isoprene dari karet alami yang dimanfaatkan tetapi, kini kebanyakan isoprene diekstrak dari industri perminyakan.

Setelah digunakan dan mengalami proses evaporasi dari kelarutan, karet chlorinated meninggalkan lapisan yang tebal namun sangat brittle. Alat yang lebih lembut plasticizer, selalu ada dan tidak menyatu dengan dasaran cat karet. Dasaran Karet Chlorinated digunakan juga sebagai bahan anticorrosive coating, coating untuk fondasi dan substrasi dari alkalin yang lain.

Keuntungan secara umum dan batasan dari karet chlorinated coating diantaranya :

- Water resistance yang baik.
- Relatif baik dalam segala cuaca.
- Tidak tahan zat kimia.
- Tahan zat alkali.
- Tidak tahan terhadap minyak nabati dan hewani , maupun asam lemak.
- Mengandung plasticizers (dan banyak properties tergantung dari jenis plasticizer yang digunakan)

- Mengandung chlorine (asam hydrochloric terbentuk pada temperatur yang meningkat seperti ketika pengelasan, pembakaran, dan pemotongan etc.)

Acrylics

Acrylic resin dihasilkan dari proses polymerisasi dari acrylic monomers yang berbeda. Melalui penggunaan monomer yang berbeda properties dari acrylic resin bisa divariasikan dengan penambahan yang amat luas. Properties juga dipengaruhi dari seringkalinya plasticizer yang tidak kooperatif. Digunakan untuk exterior steel work dibawah garis air.

Keuntungan umum dan batasan dari acrylic coating diantaranya:

- Relatif baik dalam hal ketahanan air.
- Baik dalam kondisi apapun.
- Baik dalam menjaga warna.
- Tidak tahan terhadap minyak hewani dan nabati, serta lemak.
- Biasanya hanya cukup untuk wetting properties.
- Mengandung plasticizers
- Bisa mengandung chlorine (di plasticizer)

Vinyl

Vinyl resin merupakan dasaran dari copolymer yang terdiri dari vinyl chloride monomer dan vinyl acetate monomer, tetapi tidak menutup kemungkinan monomer yang lain terjadi juga.

Vinyl terbentuk dari lapisan yang agak brittle, sehingga plasticizers yang terjadi bisa menjadi tidak menyatu pada dasaran cat vinyl. Dasaran cat Vinyl digunakan untuk exterior steel work, dan saat dikombinasikan dengan tar juga bisa digunakan sebagai anticorrosive primer. Keuntungan umum dan batasan dari vinyl coatings diantaranya:

- Sangat baik dalam ketahanan terhadap air.
- Sangat baik pada setiap cuaca
- Sangabaik terhadap tahanan zat kimia.
- Tahan Cukup baik terhadap minyak hewani, tumbuhan maupun lemak.
- Biasanya hanya cukup untuk wetting properties.
- Relatif cepat kering.
- Relatif mengandung kandungan solid yang rendah, dan konsekuensinya kandungan solvents yang tinggi dan banyak
- Bisa mengandung chlorine (dikarenakan penguningan, membentuk asam hydrochloric pada temperatur tertentu).

Alkyd

Alkyd seringkali dipisahkan menjadi alkyd short, medium maupun long. Minyak alkyd short hanya mengandung kurang dari 40% asam lemak dan banyak digunakan pada pengaplikasian coating untuk production-line application. Minyak alkyds medium mengandung 40-60% asam lemak, dan Minyak alkyds Long lebih dari 60%. Cat Alkyd digunakan untuk bidang exterior steel work (dibawah garis air) dan pada interior dry room.

Keuntungan secara umum dan batasan dari Minyak medium alkyds diantaranya:

- Tidak tahan air dalam jangka waktu yang panjang.
- Layak digunakan pada cuaca yang baik.
- Layak digunakan untuk gloss retention.
- Layak digunakan untuk colour retention.
- Tidak tahan alkali.
- Penetrasi dan adhesi yang baik.

Modifikasi Alkyds

Alkyds bisa saja dimodifikasi dengan lapisan yang cukup luas dari lapisan yang lain untuk membantu lapisan yang baru dengan specific properties tertentu.

Jenis dari beberapa modifikasi diantaranya :

• **Styrenated alkyd.** Copolymeris alkyd dengan pemberian styrene pada alkyd dimana lebih cepat kering, dan lebih tahan terhadap zat kimia dan air, tapi tidak ada pengecuaialian dari persiapan surface preparation yang tidak baik sehingga harus siap.

• **Urethane alkyd.** Isocyanate yang dimodifikasi dengan alkyd resin yang juga memperbaiki kondisi pengeringan , komponen biasanya dipilih untuk membantu dalam menambahkan kekerasan. Seringkali digunakan untuk kebutuhan primer dengan pengendalian kekasaran. Berdasar dari through-drying properties yang baik, ini dapat menjaadi pilihan yang baik dalam lapisan pada baangunan yang tinggi.

• **Silicone alkyd.** Ketika konten silicone melebihi 30%, silicone alkyd dapat bertahan lama dengan menjaga kemilaunya. Terutama untuk finishing coat yang mengenai sinar matahari secara langsung.

• **Epoxy ester.** Epoxy ester pada biasanya, namun salahnya, di terjemahkan sebagai satu komponen epoxy. Epoxy ester merupakan minyak pengering yang dimodifikasi dengan epoxy. Synthetic resin yang keras ini lebih cepat kering dan mengandung tahanan lebih baik pada air dibanding alkyds, tetapi dapat terjadi pengapuran dan perbandingan harganya

lebih mahal. Epoxy esters berperan baik terhadap fungsi adhesi dan anticorrosive properties yang baik; seringkali digunakan sebagai bahan pelindung primer used for primer juga pengendali kekasaran ataupun dorongan pengeringan pada temperatur yang tinggi.

2 komponen curing

Lapisan pada pengelompokan ini terdiri dari beberapa lapis melalui proses reaksi polymerisasi antara 2 komponen, biasanya berdasar pada tingkat **basa and curing agent ataupun hardener**, yang dicaampur bersamaan dengan prioritas penggunaan.

Epoxy

Epoxy bisa saja menjaga kondisi di dalam kondisi ruangan dengan temperaturnya melalui penambahan dari beberapa zat yang lain (termasuk amines ataupun poly amides, juga adducts¹) pada kondisi yang bersamaan). Zat-zat lain tersebut berreaksi dengan kelompok epoxy yang terdiri dari resin, membangun 3 jaringan dimensional.

Beberapa epoxy mengandung beberapa hydroxyl-group yang bereaksi dengan isocyanates, hasilnya pada temperatur rendah pada properties tertentu. Lapisan zat ini sangat keras dan dapat menahan, namun pengapuran terjadi

secara cepat jika zat ini mengenai secara langsung dengan cahaya matahari. Hal ini dapat mengurangi keindahan dalam penampilannya di luar, tapi biasanya tidak berpengaruh terhadap nilai perlindungan pada coating.

Zat Amide adalah zat yang paling baik dalam, halnya penghapusan dan baik terhadap ketahanan terhadap air, pada saat yang bersamaan amine dapat menyokong perbaikan ketahanan kimianya, namun hanya pada waktu yang singkat dan terhadap interval coating yang berlebihan.

Epoxy resin bisa dihasilkan dengan beberapa ukuran molekul berbeda, dimana kondisi liquid paling kecil pada kondisi temperatur ruangan yang normal. Ini juga disebut dengan epoxy ringan, digunakan untuk solvent-free dan solvent-less pada epoxy.

Dasaran cat Epoxy adalah berdasar pada spesifikasi yang ada untuk exterior dan interior dari besi, tangki, dalam pekerjaan yang berat dan bangunan yang membutuhkan perlindungan yang tinggi.

Keuntungan umum dan beberapa batasan dari coating epoxy diantaranya :

- Sangat baik sebagai water resistance
- Baik di segala cuaca

- Properti fisik yang baik, seperti kekerasan , kelenturan , dan penahan abrasi. Good physical properties, such as
- Penahan panas yang baik , hingga diatas 120°C pada kondisi beroperasi.
- Sangat baik sebagai penahan kimia.
- Adhesi yang sangat baik untuk material dengan cakupan yang luas.
- Mengatasi ketergantungan terhadap temperatur.

3) **Kompresor**

Kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas. Kompresor udara menghisap udara dari atmosfer. Udara yang telah dimampatkan ditransfer ke sistem melalui sistem perpipaan. Parameter lingkungan yang mempengaruhi kinerja dari sistem yang menggunakan udara bertekanan antara lain adalah suhu, kelembaban udara dan tekanan sedangkan parameter dari instalasi pipa udara yang mempengaruhi sistem antara lain dari bentuk pipa serta aksesorisnya.

a. Teori Kompresi

1) *Hubungan antara Tekanan dan Volume*

Jika selama kompresi, temperature gas dijaga tetap (tidak bertambah panas) maka pengecilan volume menjadi $\frac{1}{2}$ kali

akan menaikkan tekanan menjadi 2 kali. Demikian pula jika volume menjadi 1/3 kali, tekanan akan menjadi 3 kali lipat, dst.

“Jika gas dikompresikan (atau diekspansikan) pada temperature tetap, maka tekanannya akan berbanding terbalik dengan volumenya”.

Pernyataan ini disebut dengan hokum Boyle dan dapat dirumuskan :

$$\mathbf{P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{tetap}}$$

Dimana :

P_1 = tekanan pada kondisi awal (Pa) atau (kgf/cm²)

P_2 = tekanan pada kondisi akhir (Pa) atau (kgf/cm²)

V_1 = Volume pada kondisi awal (m³)

V_2 = Volume pada kondisi akhir (m³)

2) *Persamaan Keadaan*

Hukum Boyle dan Hukum Charles dapat digabungkan menjadi hukum Boyle-Charles yang dapat dinyatakan sebagai :

$$\mathbf{P \cdot V = G \cdot R \cdot T}$$

Dimana :

P = tekanan mutlak (kgf/m²) atau Pa

V = Volume (m³)

G = Berat gas (kgf) atau (N)

T = Temperatur mutlak (°K)

R = Konstanta gas (m/°K)

4) **Metode *coating* spray**

Metode *coating* telah mengalami berbagai perkembangan . Perkembangan tersebut telah menambah kasanah *coating* sehingga memperbanyak pilihan pihak pengguna yang disesuaikan dengan kondisi yang ada. Pemilihan metode *coating* harus dilakukan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan teknis, ekonomis, dan ketersediaan sarana ataupun prasarana yang ada. Metode *coating* yang akan dibahas pada sub bab ini ada empat macam, yaitu :

1) *Air spray*

2) *Air less*

1. **Metode *Air Spray***

Metode air spray merupakan metode yang banyak digunakan, karena disamping murah juga menghasilkan kualitas lapisan cat yang cukup bagus. *Coating* dengan metode ini dilakukan dengan cara mengabutkan bahan cat dan bahan pelarut dengan tekanan udara.

Coating dengan metode air spray mempunyai beberapa keuntungan yaitu biaya murah, kualitas cukup bagus, dan peralatan yang digunakan cukup sederhana. Namun demikian masih ada beberapa kelemahan yaitu untuk *coating* pada posisi sudut tidak dapat dilakukan secara sempurna karena adanya turbulensi yang berlebihan karena adanya tekanan udara.

Kelemahan yang kedua adalah adanya partikel-partikel cat padat (debu) sebagai akibat proses pengkabutan dengan udara, ini mengakibatkan tektur cat kurang halus. Kelemahan berikutnya adalah masih tercampurnya cat dengan air sebagai akibat udara yang bertekanan, sehingga dapat

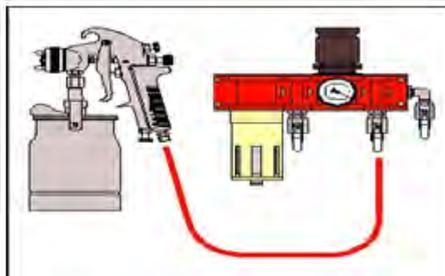
menimbulkan bubbling yang bisa mengakibatkan pecahnya cat pada bagian yang terdapat udara yang terjebak di bawah lapisan cat.

Metode air spray tergolong metode yang sangat konvensional. Peralatan yang digunakan sangat sederhana dan cukup murah. Peralatan yang digunakan dalam metode Air spray ada empat macam, yaitu:

- Suction cup gun
- Flow cup gun
- Air gun and pressure tank
- Air gun and paint pump.

a. Suction Cup Gun

Peralatan suction cup gun terdiri dari sebuah spray gun dan tangki cat, serta kompresor beserta perlengkapannya. Ciri utama dari peralatan ini adalah suplai cat dilakukan dengan cara pengisapan dari dalam tangki yang ada di bawah spray gun. Lihat gambar 3 di bawah ini.



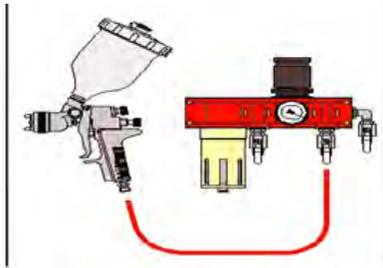
Gambar 18 Mekanisme *Suction Cup Gun*

(Sumber : <http://www.finishingbrands.com.au/faqs/>)

Pada dasarnya pengkabutan cat pada peralatan ini dilakukan dengan cara udara bertekanan dialirkan melalui nosel sehingga pada verturi mengalami penurunan tekanan dan cat terisap ikut terbawa udara. Setelah cat yang bercampur udara tersebut melewati verturi tekanan akan bertambah, maka terjadilah pengkabutan cat. Peralatan ini mempunyai kelemahan yaitu cat tidak dapat habis secara sempurna.

b. Flow Cup Gun

Ciri utama dari flow cup gun adalah pengaliran cat dilakukan memanfaatkan gaya grafitasi, letak tangki di atas spray gun. Cara kerjanya sebagai berikut, cat yang mengalir dari tangki sebagai akibat gaya grafitasi dilewatkan nosel dan dihembus oleh udara yang bertekanan sehingga terjadi pengkabutan. Lihat gambar 4.



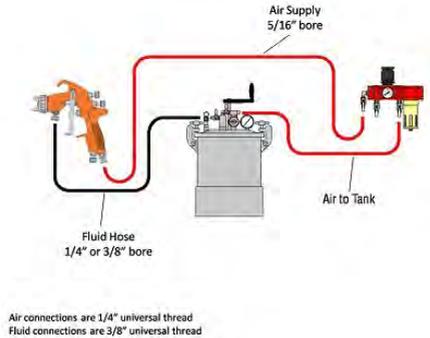
Gambar 19 Mekanisme *Flow Cup Gun*

(Sumber : <http://www.finishingbrands.com.au/faqs/>)

c. Air Gun and Pressure Tank.

Coating benda kerja dalam jumlah banyak diperlukan peralatan yang dapat menyuplai cat dengan kapasitas besar. Alternatif yang tepat untuk keperluan itu adalah penggunaan *Air gun and pressure tank*. Peralatan ini dapat menyuplai cat dalam kapasitas yang besar,

karena cat diletakkan dalam tangki berkapasitas besar, kemudian tangki tersebut diberi tekanan sehingga cat dapat mengalir ke *spray gun* yang selanjutnya dikabutkan dengan semprotan udara bertekanan.



Gambar 20 Air Gun and Presssure tank

(Sumber : <http://www.finishingbrands.com.au/faqs/>)

d. Air Gun and Paint Pump.

Peralatan air gun and paint pump sama dengan air gun and presure tank juga dapat digunakan *coating* dengan kapasitas yang besar, perbedaannya adalah suplai cat digunakan pompa cat. Cat dihisap oleh pompa dan dialirkan ke spray gun untuk dikabutkan.

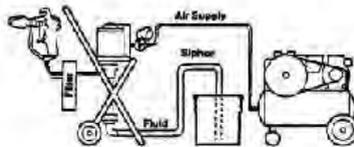
2. Metode Air Less

Metode Air less dilakukan dengan cara mengkabutkan cat dengan memberikan tekanan dan cat yang bertekanan dialirkan melalui lubang nosel yang cukup kecil. Keuntungan *coating* yang dilakukan dengan metode tersebut adalah cat

dapat melindungi barang secara sempurna dan proses *coating* berjalan sangat efisien. Hal ini dikarenakan tidak adanya turbulensi udara dan viskositas cat dapat diatur sekenyal mungkin. Sehingga sudut-sudut benda kerja dapat dicat secara sempurna dan *coating* dapat dilakukan sekali jalan. Kelebihan lainnya adalah sebaran cat lebar, lapisan cat tebal, viskositas cat tinggi, dan kecepatan semprotan tinggi.

Metode air less masih mempunyai kelemahan yaitu tekstur cat cukup kasar sebagai akibat kurang halusna pengkabutan. Kelemahan ini dapat diatasi dengan pemilihan nosel yang berukuran kecil. Kelemahan lain yang dapat terjadi adalah adanya daerah kosong pada jalur cat sebagai akibat kentalnya cairan cat yang dapat mengakibatkan proses runing (bergerak) cairan cat karena pengulangan cat pada daerah tersebut.

Airless Spray Setup



Gambar 21 Airless spray setup

(Sumber :

<http://www.pacificprotectivecoatings.net/technical/coating-failures/rust-bullet-application-methods-coating-failures-preparation-rules/>)

Coating dengan metode ini sangat cocok untuk *coating* kayu karena dapat menutup pori-pori kayu dengan cepat. Lebar sebaran cat tidak dapat diatur sebagaimana metode air spray, namun untuk mendapatkan sebaran yang diinginkan dilakukan dengan mengganti nosel sesuai kapasitas cat yang diperlukan. Lubang nosel dibuat dengan beberapa ukuran, berikut ini dipaparkan ukuran hubungan ukuran lubang nosel dengan tekanan serta kapasitas cat yang dapat dikeluarkan.

Tabel 3 . Kapasitas Cat Keluar Nozle

Diameter Nosel		Kapasitas Cat (Liter)		
(Mm)	(Inch)	P = 70 Bar	P = 100 Bar	P = 150 Bar
0,178	0,007	0,16	0,19	0,26
0,229	0,004	0,23	0,26	0,3
0,279	0,011	0,3	0,38	0,47
0,33	0,013	0,45	0,57	0,69
0,38	0,015	0,61	0,72	0,91
0,45	0,018	0,95	1,14	1,4

(Sumber;http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/diktat%20teknik%20pelapisan_0.pdf)

5) Nozle

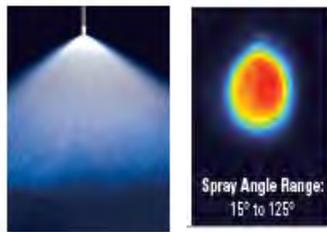
Nozzle adalah bagian sprayer yang menentukan karakteristik semprotan ; yaitu pengeluaran, sudut penyemprotan, lebar penutupan, pola semprotan, dan pola penyebaran yang dihasilkan.

Nozzle dibuat dalam bermacam-macam disain. Setiap tipe butiran cairan yang khas dihasilkan oleh nozzle yang khas sesuai dengan kebutuhan.

Tipe-tipe nozzle :

- Centrifugal nozzle yaitu bentuk nozzle yang paling banyak dijumpai, dibuat dengan sudut penyemprotan yang lebar dan dengan berbagai model pola penyemprotan dan kapasitas.
- Flooding nozzle yaitu menghasil semprotan dengan model semburan. Nozzle ini disebut juga fan spray nozzle.
- Two-fluid atomizer yaitu menghasilkan droplet yang sangat halus dan menghindarkan pemborosan cairan, tetapi membutuhkan tenaga yang lebih besar daripada tipe-tipe yang lain.
- Rotary atomizer yaitu digunakan untuk pekerjaan besar, menyemprotkan cairan dalam jumlah besar dengan gaya sentrifugal dan mempunyai pola penyebaran 360°.

Adapun beberapa jenis Nozzle dan karakteristiknya yang ada yaitu :

FULL CONE NOZZLE :

Gambar 22 hasil injeksi Full Cone Nozzle

(sumber : <http://www.spray.com>)

Karakteristik :

- Menggunakan baling baling dalam yang unik yang dirancang untuk menghasilkan suatu bentuk corong pada hasil spray.
- Hasil dari Spray cenderung terdiri dari sedang hingga ukuran yang besar dari butiran.

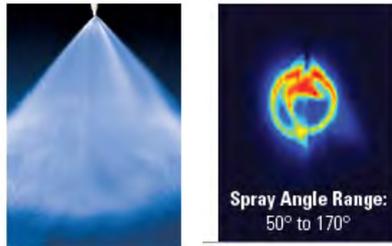
Keuntungan :

- Luasan dari spray and sudut spray – flat spray, solid stream, full cone, hollow cone, fine spray, oval dan square dengan sudut dari 0° to 170° – memastikan akan mendapatkan cakupan yang dibutuhkan.
- Flow rates dari .025 hingga 2500 gpm (.09 to 9464 l/min) dan tekanan hingga diatas 4000 psi (276 bar).

Kegunaan :

- Chemical injection
- Dust suppression
- Fire protection.

FULL CONE SPIRAL TYPE:



Gambar 23 hasil injeksi Full Cone Nozzle Spiral type
(sumber : <http://www.spray.com>)

Karakteristik :

- Menghasilkan bentuk corong ketika fluida udara menghasilkan kekosongan yang berbentuk spiral
- Hasil Spray tidak membentuk keseluruhan dari kerucut nozzles dengan baling-baling dalam.
- Menghasilkan butiran yang kasar.

Keuntungan :

- Luasan dari spray and sudut spray – flat spray, solid stream, full cone, hollow cone, fine spray, oval dan square dengan sudut dari 0° to 170° – memastikan akan mendapatkan cakupan yang dibutuhkan.
- Flow rates dari 025 hingga 25 00 gpm (.09 to 9464 l/min) dan tekanan hingga diatas 4000 psi (276 bar).

Kegunaan :

- Fire protection
- Flue gas desulfurization (FGD)

FULL CONE (OVAL SPRAY) NOZZLES



Gambar 24 hasil injeksi Full Cone (Oval Spray) Nozzle type

(sumber : <http://www.spray.com>)

Karakteristik :

- Menggunakan baling-baling dalam yang unik untuk menghasilkan pola spray yang kerucut dengan pengaruh luasan oval dengan luasan pendekatan satu setengah panjangnya.
- Pola Spray terdiri dari butiran sedang hingga butiran yang besar.

Keuntungan :

- Flow rates dari nozzle dari 025 hingga 2500 gpm (.09 to 9464 l/min) dan tekanan hingga diatas 4000 psi (276 bar).

Kegunaan :

- Air/gas washing
- Cooling and quenching
- Dust control
- Fire suppression

FULL CONE (SQUARE SPRAY) NOZZLES



Gambar 25 hasil injeksi Full Cone (Square Spray)
Nozzles type

(sumber : <http://www.spray.com>)

Karakteristik :

- Menggunakan baling-baling dalam yang unik untuk menghasilkan spray dengan bentuk kerucut dengan hasil luasan persegi .
- Pola Spray adalah membentuk lintasan wilayah spray yang luas.
- Pola Spray terdiri dari butiran sedang hingga butiran besar.

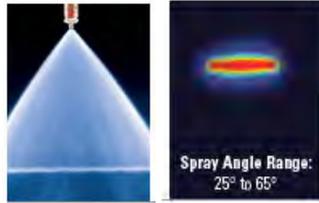
Keuntungan :

- Luasan dari spray and sudut spray – flat spray, solid stream, full cone, hollow cone, fine spray, oval dan square dengan sudut dari 0° to 170° – memastikan akan mendapatkan cakupan yang dibutuhkan.
- Flow rates dari 025 hingga 2500 gpm (.09 to 9464 l/min) dan tekanan hingga diatas 4000 psi (276 bar).

Kegunaan :

- Dust control
- Fire suppression

FLAT (EVEN) NOZZLES



Gambar 26 hasil injeksi Flat (EVEN) Nozzles type
(sumber : <http://www.spray.com>)

Karakteristik :

- Menghasilkan distribusi rata (*even distribution*) pada butiran sedang yang tebal dengan pola persegi panjang.
- Saat penggunaan pada kepala, nozzle diposisikan pada tiap tepi kontak pola.

Keuntungan :

- Luasan dari spray and sudut spray – flat spray, solid stream, full cone, hollow cone, fine spray, oval dan square dengan sudut dari 0° to 170° – memastikan akan mendapatkan cakupan yang dibutuhkan
- Flow rates dari 025 hingga 2500 gpm (.09 to 9464 l/min) dan tekanan hingga diatas 4000 psi (276 bar).

Kegunaan :

- Coating
- Cooling
- Moisturizing
- Washing

BAB III METODOLOGI

Metodologi yang akan digunakan dalam skripsi ini adalah menganalisa metode coating lambung kapal menggunakan automatic coating robot dengan sistem injeksi udara bertekanan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada pembahasan dibawah ini:

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Penulisan skripsi dimulai dengan mengidentifikasi masalah-masalah yang terdapat dalam pembuatan maupun perawatan kapal yang membutuhkan pelapisan pada lambungnya, yang masih dilakukan secara konvensional. Kemudian disusunlah suatu metode *advance technique* agar dapat memberikan solusi terhadap efisiensi pekerjaan.

2. Studi Literatur

Pengumpulan sumber-sumber penunjang dan pendukung yang bertemakan tentang metode coating lambung kapal menggunakan automatic coating robot dengan sistem injeksi udara bertekanan.

Dapat diperoleh dari sumber-sumber sebagai berikut: Buku, Jurnal, Artikel, Paper, Tugas akhir, Internet yang terkait dengan :

1. Porses coating lambung kapal.
2. Advance coating technology.
3. Coating Characteristics.
4. Metode Coating.
5. Pompa, Kompresor, nozzle.

Sedangkan untuk pencarian referensi dan literatur dapat dicari pada tempat tempat berikut :

- Laboratorium Mesin Fluida dan Sistem Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK
- Ruang Baca FTK
- Perpustakaan Pusat ITS

Fungsi dari referensi dan literatur tersebut berguna mendukung dalam penyelesaian skripsi ini. Yang berkaitan metode coating lambung kapal menggunakan automatic coating robot dengan sistem injeksi udara bertekanan dan cara pemilihan peralatan, spek-spek peralatan beserta literatur pendukung lainnya.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk menunjang dalam menghitung total perbandingan penggunaan cat/pelapis, injeksi udara dan cat/ pelapis yang dihasilkan keluar dari nozle dengan jarak jangkauan tertentu. Serta data perbandingan pemakaian dengan cara metode konvensional. Agar dapat menjadi pembandingan konsep yang dapat dipertanggung jawabkan.

Adapun beberapa data yang akan diambil adalah :

- 1) Data spesifikasi nozle.
- 2) Data spesifikasi cat/pelapis (coating characteristic).
Data Lapangan :
- 3) Interview dengan pelaku pengecatan.

4. Perhitungan kebutuhan udara

Semua data yang akan terkumpul akan dijadikan patokan dalam menentukan total kebutuhan udara pada metode coating lambung kapal menggunakan automatic coating robot dengan sistem injeksi udara bertekanan. Dengan beberapa parameter seperti berikut :

- 1) Jenis cat / coating (coating characteristics).
- 2) Control ketebalan (thickness control).
- 3) Efisiensi pengecatan / pelapisan (coating) = $\frac{\sum \text{cat}}{A}$ (jumlah total cat tiap satuan luasan cakupan)

5. Perhitungan kebutuhan cat/pelapis

Semua data yang akan terkumpul akan dijadikan patokan dalam menentukan total kebutuhan cat/ pelapis pada metode coating lambung kapal menggunakan automatic coating robot dengan sistem injeksi udara bertekanan. Dengan beberapa parameter seperti berikut :

- 1) Jenis cat / coating (coating characteristics).
- 2) Control ketebalan (thickness control).
- 3) Efisiensi pengecatan / pelapisan (coating) = $\frac{\sum \text{cat}}{A}$ (jumlah total cat tiap satuan luasan cakupan)

6. Penentuan Spesifikasi Komponen

Setelah total kebutuhan udara dan cat/pelapis diketahui, tahap berikutnya yaitu pemilihan spesifikasi komponen-komponen pendukung dari metode coating lambung kapal menggunakan automatic coating robot dengan sistem injeksi udara bertekanan. Komponen-komponen tersebut diantaranya, jenis coating, kompresor, dan nozzle.

7. Desain Sistem Injeksi pada metode coating lambung kapal menggunakan automatic coating robot

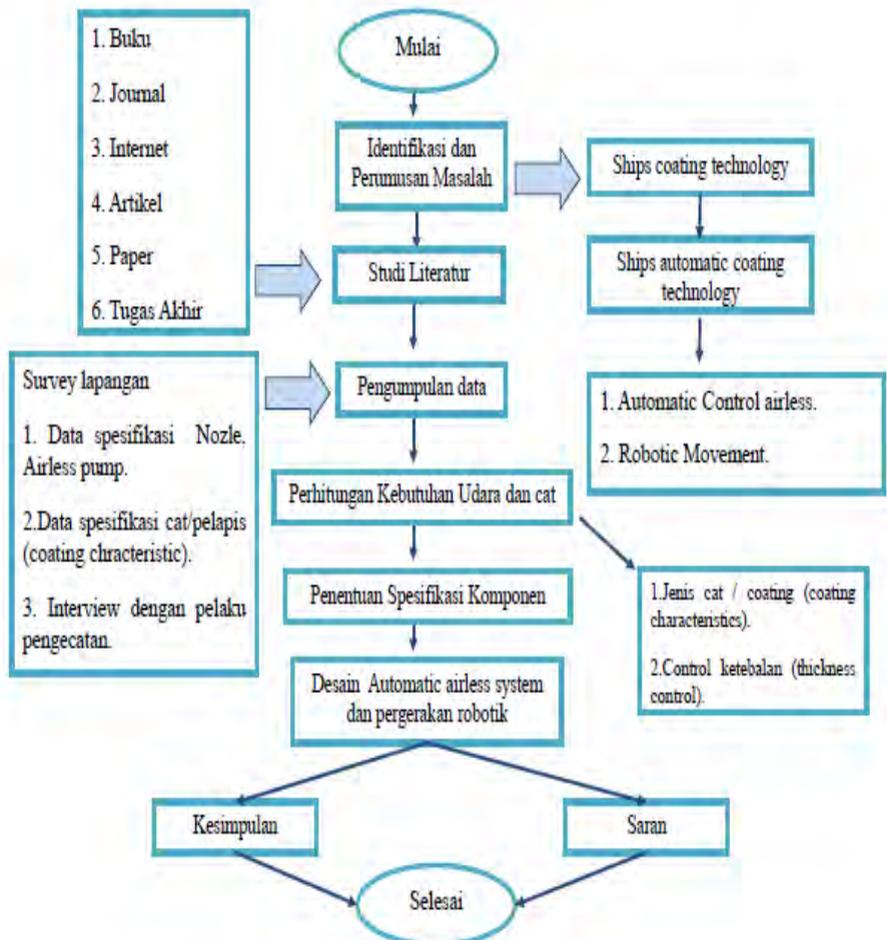
Pada tahap ini akan dilakukan perancangan awal dasar basic desain dari blok diagram tentang pada metode coating lambung kapal menggunakan automatic coating robot dengan sistem injeksi udara bertekanan.

8. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Untuk tahap yang terakhir akan dilakukan penarikan kesimpulan tentang point-point terpenting dalam pembahasan desain konsep teknis rancangan pelapisan lambung kapal

dengan menggunakan sistem injeksi udara bertekanan.. Tujuan dibuat kesimpulan agar pembacanya mengerti tentang hal-hal terpenting tentang konsep teknis rancangan pelapisan lambung kapal dengan menggunakan sistem injeksi udara bertekanan.secara keseluruhan. Untuk kemudian memberikan saran kritiknya dalam upaya membangun skripsi ini.

9. Flow Chart Pengerjaan Skripsi



Flow chart pengerjaan skripsi

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Spesifikasi *Coating*

Data spesifikasi *coating* menunjukkan beberapa kebutuhan teknis yang ada pada setiap *coating*. Terdapat berbagai macam dari *coating* itu sendiri yang intinya sebagai zat yang memberikan perlindungan dari kerusakan-kerusakan yang dapat terjadi terhadap lambung kapal, sehingga dapat meminimalisir kerugian dari kerusakan seperti adanya korosif, maupun fouling yang ada pada lambung kapal.

Pada tugas akhir ini diambil data spesifikasi *coating* dari 2 perusahaan berbeda yakni :

1. PT Hempel
2. PT Jotun

Dengan aplikasi yang sama dalam pengerjaan pada lambung kapal. Dimana terdapat beberapa kebutuhan teknis yang tertera dalam spesifikasi data tersebut. Hal ini sebagai data awal yang harus dipenuhi , agar dapat memberikan gambaran teknis dalam analisa dan pembahasan yang akan diteliti. Kebutuhan yang menjadi acuan berdasarkan metodologi yang telah disusun yakni :

- 1) Jenis cat / *coating* (*coating* characteristics).
- 2) Control ketebalan (thickness control).
- 3) Efisiensi pengecatan / pelapisan (*coating*) = $\frac{\sum \text{cat}}{A}$
(jumlah total cat tiap satuan luasan cakupan)

4.1.1 Data Spesifikasi PT Hempel

Dalam pengerjaanya data spesifikasi dari PT Hempel, adapun beberapa *coating* yang diambil sebagai contoh dalam perhitungan data yakni :

Tabel 4 Project dan jenis *coating* yang digunakan

Project :	M271/272 PERTAMINA TANKER 17500 DWT at PT PAL
Area :	VERTICAL BOTTOM
Surface preparation:	Oil and grease etc. to be removed by emulsion cleaning. Entire area to be (high pressure) fresh water cleaned in order to remove salts and other contaminants. When the surface is dry: Abrasive blasting to minimum Sa 2½ according to ISO 8501-1:2007.
Coating company refrence :	Hempel, Jotun
Hempel :	- HEMPADUR QUATTRO 17634. - HEMPADUR@45182. - HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC@NCT 8190M
Jotun :	- JOTAMASTIC 80. - PENGGUARD FC. - SEA QUANTUM PLUS.

Tabel 6 HEMPADUR 45182 *general description*

Nama produk :	HEMPADUR 45182
Area :	VERTICAL BOTTOM
Surface preparation:	Oil and grease etc. to be removed by emulsion cleaning. Entire area to be (high pressure) fresh water cleaned in order to remove salts and other contaminants. When the surface is dry: Abrasive blasting to minimum Sa 2½ according to ISO 8501-1:2007.
Coating company reference :	Hempel
Description	HEMPADUR 45182 is a two-component, low-temperature curing, modified polyamide adduct cured epoxy.
Features :	For marine and protective use as a "tie coat" ("tack coat") between epoxy and physically drying <i>coatings</i> . For marine use also as a "sealer" of old antifouling.
Service Temperature :	Maximum, dry exposure only: 80°C/176°F
PHYSICAL CONSTANTS	Shade nos/Colours: Yellowish grey/25150 Finish : Flat Volume solids, % : 46 ± 1 Theoretical spreading rate: 4.6 m ² /litre - 100 micron 184 sq.ft./US gallon - 4 mils VOC content : 490 g/litre - 4.1 lbs/US gallon Fully cured : 6 (approx.) hours at 20°C/68°F Dry to touch : 4 approx. hour(s) 20°C/68°F 9 (approx.) hour(s) 5°C/41°F Specific gravity : 1.3 kg/litre - 10.8 lbs/US gallon Flash point : 27 °C [80.6 °F]

Tabel 7 HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC®NCT
8190M *general description*

Nama produk :	HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC®NCT 8190M
Area :	VERTICAL BOTTOM
Surface preparation:	Oil and grease etc. to be removed by emulsion cleaning. Entire area to be (high pressure) fresh water cleaned in order to remove salts and other contaminants. When the surface is dry: Abrasive blasting to minimum Sa 2½ according to ISO 8501-1:2007.
Coating company reference :	Hempel
Description	HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC NCT 8190M is a high solids, self-smoothing and self-polishing antifouling. It is based on nanocapsule acrylate binder technology. This product does not contain organotin compounds acting as biocides and complies with the International Convention on the Control of Harmful Antifouling Systems on Ships as adopted by IMO.
Features :	As an antifouling for bottom and boottop on vessels operating in coastal trade at low to medium speeds and low to medium activity. HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC NCT 8190M is especially developed for maintenance and repair.
Service Temperature :	Maximum, dry exposure only: 80°C/176°F
PHYSICAL CONSTANTS	Shade nos/Colours: Brown 62900/Red 58000 Finish : Flat Volume solids, % : 52 ± 1 Theoretical spreading rate: 5.2 m ² /litre - 100 micron 209 sq.ft./US gallon - 4 mils. VOC content : 430 g/litre - 3.6 lbs/US gallon Fully cured : 6 (approx.) hours at 20°C/68°F Dry to touch : 4-5 hours at 20°C/68°F Specific gravity : 1.8 kg/litre - 15.0 lbs/US gallon Flash point : 27°C/81°F

4.1.2 Data Spesifikasi PT Jotun

Dalam pengerjaanya data spesifikasi dari PT Jotun, adapun beberapa *coating* yang diambil, disamakan dengan fungsi dari penggunaan *coating* pada PT Hempel sebelumnya namun dengan spesifikasi yang ada.

Tabel 8 JOTAMASTIC 80 *general description*

Nama produk :	JOTAMASTIC 80
Area :	VERTICAL BOTTOM
Surface preparation:	All surfaces should be clean, dry and free from contamination. The surface should be assessed and treated in accordance with ISO 8504.
<i>Coating company</i> reference :	Jotun
Description	Jotamastic 80 is a two-pack, surface-tolerant, high solids epoxy mastic <i>coating</i> which can be applied in low film thickness. Available with different hardeners for varying substrate temperatures, Standard (Std) and Wintergrade (WG).
Features :	Anticorrosive <i>coating</i> for steel structures above and below water (aluminium versions for use below water), also on steel where blast cleaning may not be possible or desired.
Drying Time :	Substrate temperature 10°C 23°C 40°C Surface dry 8 h 4 h 2 h
PHYSICAL CONSTANTS	Water resistance : Very good Abrasion resistance : Very good Solvent resistance : Good Chemical resistance : Good Flexibility : Good Shade nos/Colours: Aluminium, Aluminium Red toned, Grey, Red, Green, Off-white, Black. Volume solids, % : 80 ± 2 Std Comp. B Theoretical spreading rate : 10.2 m ² /litre Flash point : 35°C ± 2 (Setaflash) VOC : 145 gms/ltr UK-PG6/23(97).

Tabel 9 PENGUARD FC *general description*

Nama produk :	PENGUARD FC
Area :	VERTICAL BOTTOM
Surface preparation:	All surfaces should be clean, dry and free from contamination. The surface should be assessed and treated in accordance with ISO 8504.
Coating company reference :	Jotun
Description	Penguard FC is a high build, two component polyamide cured epoxy coating. This product is tintable in a wide range of colours in Jotuns Multicolour Industry system.
Features :	Penguard FC is an epoxy finish coat to be used when cosmetic appearance of an epoxy finish is acceptable. It can also be used as an anti corrosive primer in mild to medium environment for steel and concrete above water areas or as an intermediate coat in more corrosive environment.
Drying Time :	Substrate temperature 10°C 23°C 40°C Surface dry 8 h 7 h 2,5 h
PHYSICAL CONSTANTS	Water resistance : Very good Abrasion resistance : Very good Solvent resistance : Very Good Chemical resistance : Very Good Flexibility : Good Shade nos/Colours : Selected colours over Multicolour tinting system (MCI) Volume solids, % : 62 ± 2 Theoretical spreading rate : 7,8 m ² /litre Flash point : 28°C ± 2 (Setaflash) VOC : 310 gms/ltr UK-PG6/23(97).

Tabel 10 SeaQuantum Plus *general description*

Nama produk :	SeaQuantum Plus
Area :	VERTICAL BOTTOM
Surface preparation:	<p>Coated surfaces To be applied on a clean, dry approved primer/undercoat or intact self-polishing antifouling in accordance with Jotun's requirements. Remove surface contamination by high pressure fresh water cleaning.</p> <p>Other surfaces The <i>coating</i> may be used on other substrates. Please contact your local Jotun office for more information.</p>
<i>Coating company</i> reference :	Jotun
Description	SeaQuantum Plus is a high performance self-polishing and self-smoothing antifouling <i>coating</i> , based on a hydrolysing organosilyl polymer as binder. This binder dissolves in seawater at a rate permitting the continuous exposure of fresh antifouling. IMO Anti-fouling System Convention compliant (AFS/CONF/26).
Features :	As an antifouling <i>coating</i> for newbuildings and major refurbishment, for boot top, side- and flatbottom areas on vessels operating at medium/high speed with drydocking intervals up to 60 months.
Drying Time :	Substrate temperature 10°C 23°C 40°C Surface dry 45 min 30 min 30 min
PHYSICAL CONSTANTS	Shade nos/Colours : Dark Red, Light Red Volume solids, % : 47 ± 2 Theoretical spreading rate : 6,2 m ² /litre Flash point : 25°C ± 2 (Setaflash) VOC : 460 gms/ltr UK-PG6/23(97).

4.2 Perhitungan

Perhitungan yang dilakukan setelah mendapatkan beberapa spesifikasi kebutuhan dari *coating* yaitu :

1. Perhitungan kebutuhan udara.
2. Perhitungan ketebalan *coating*.
3. Perhitungan Consumption of paint, sebagai tolak ukur penggunaan *coating*.

4.2.1 Perhitungan kebutuhan udara

Berdasarkan pada interview dengan pelaku operator *coating* yang ada dimana kebutuhan udara yang ada yaitu terdiri atas 3 bagian penting dalam penentuannya pada kebutuhan udara yaitu :

1. Kebutuhan udara dari application data berdasar pada spesifikasi.
2. Tekanan yang dihasilkan dimana dipengaruhi oleh tekanan yang masuk dan tekanan yang keluar.
3. Tekanan udara yang dihasilkan dari kompressor umumnya digunakan mempengaruhi rasio kebutuhan tekanan dari spesifikasi airless yang akan digunakan.

Ketiga point diatas dapat digunakan sebagai acuan dalam perhitungan sesuai dengan batasan masalah yang ada yakni pengaruh lingkungan tidak dimasukan dalam bahasan, termasuk angin, maupun losses yang lain akibat dari pengaruh cuaca.

4.2.1.1 Kebutuhan udara dari application data berdasar pada spesifikasi.

Tabel 11 HEMPADUR QUATTRO 17634
application data and methods

Nama produk :	HEMPADUR QUATTRO 17634.
Area :	VERTICAL BOTTOM
Application methods:	<i>Airless Spray</i> / Brush
Mixing ratio:	BASE 17636: CURING AGENT 97334 , 4:1 by volume.
<i>Thinner</i> (max.vol.):	08450 (5%) / 08450 (5%)
Pot life :	- 2 hour(s) 20°C/68°F (<i>Airless Spray</i>) - 2 hour(s) 20°C/68°F (brush)
Nozzle orifice:	0.021 - 0.025 "
<i>Nozzle pressure:</i>	250 bar [3625 psi] (<i>Airless Spray</i> data are indicative and subject to adjustment)
Indicated film thickness	125 micron [5 mils] (dry) 175 micron [7 mils] (wet)

Tabel 12 HEMPADUR 45182.
application data and methods

Nama produk :	HEMPADUR 45182.
Area :	VERTICAL BOTTOM
Application methods:	<i>Airless Spray / Brush</i>
Mixing ratio:	BASE 45187: CURING AGENT 98180 , 4:1 by volume.
<i>Thinner</i> (max.vol.):	08450 (5%) / 08450 (5%)
Pot life :	- 3 hour(s) 20°C/68°F (<i>Airless Spray</i>)
Nozzle orifice:	0.023 "
<i>Nozzle pressure:</i>	200 bar [2900 psi] (<i>Airless Spray</i> data are indicative and subject to adjustment)
Indicated film thickness	100 micron [4 mils] (dry) 225 micron [9 mils] (wet)

Tabel 13 HEMPEL'S ANTIFOULING
 GLOBIC®NCT8190M
application data and methods

Nama produk :	HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC®NCT 8190M
Area :	VERTICAL BOTTOM
Application methods:	<i>Airless Spray</i> / Brush
<i>Thinner</i> (max.vol.):	08080 (5%)
Nozzle orifice:	0.27/ 0.31 "
<i>Nozzle pressure:</i>	270 bar [4000 psi] (<i>Airless Spray</i> data are indicative and subject to adjustment)
Indicated film thickness	100 micron [4 mils] (dry) 200 micron [8 mils] (wet)

Tabel 14 JOTAMASTIC 80.
application data and methods

Nama produk :	JOTAMASTIC 80.
Area :	VERTICAL BOTTOM
Application methods:	<i>Airless Spray / Brush</i>
Mixing ratio:	<p>Std Comp. B: 7:1</p> <p>WG Comp. B: 4:1</p> <p>7 parts by volume Comp. A (Base) to 1 part Jotamastic 80, Std Comp B (curing agent)</p> <p>4 parts by volume Comp. A (Base) to 1 part Jotamastic 80, WG Comp B (curing agent)</p>
<i>Thinner</i> (max.vol.):	Jotun <i>Thinner</i> No. 17, MAX 10%
Pot life :	<p>Std Comp. B: 2 hours</p> <p>WG Comp. B: 1 hour</p>
Nozzle orifice:	0,43 - 0,58 mm (0,017 - 0,023")
<i>Nozzle pressure:</i>	15 MPa (150 kp/cm ² , 2100 psi.).
Indicated film thickness	75 micron (dry) 95 micron (wet)

Tabel 15 PENGUARD FC.
application data and methods

Nama produk :	PENGUARD FC.
Area :	VERTICAL BOTTOM
Application methods:	<i>Airless Spray / Brush</i>
Mixing ratio:	4 parts Comp. A (base) to be mixed thoroughly with 1 part Comp. B (curing agent) 15 minutes prior to use.
<i>Thinner</i> (max.vol.):	Jotun <i>Thinner</i> No. 17, MAX 10%
Pot life :	2 hours
Nozzle orifice:	0.46 - 0.69 mm (0.018-0.027")
<i>Nozzle pressure:</i>	15 MPa (150 kp/cm ² , 2100 psi.).
Indicated film thickness	80 micron (dry) 130 micron (wet)

Tabel 16 SEAQUANTUM PLUS.
application data and methods

Nama produk :	SEAQUANTUM PLUS.
Area :	VERTICAL BOTTOM
Application methods:	<i>Airless Spray / Brush</i>
Mixing ratio:	Always to be mixed thoroughly with a power agitator before application
<i>Thinner</i> (max.vol.):	Jotun <i>Thinner</i> No. 7, MAX 10%
Nozzle orifice:	0.53 - 0.78 mm (0.021 - 0.031").
<i>Nozzle pressure:</i>	15 MPa (150 kp/cm ² , 2100 psi.).
Indicated film thickness	75 micron (dry) 160 micron (wet)

4.2.1.2 Perhitungan Kebutuhan udara dari application data berdasar pada spesifikasi.

Berdasarkan terhadap refrensi yang di dapat dari pelaku operator dalam pengecatan didapatkan yaitu:

Rasio kebutuhan airless =

Tekanan keluar dari nozle / Tekanan kompressor.

Jika kompressor yang ada menghasilkan 5 bar udara bertekanan, maka perhitungannya sebagai berikut.

1) HEMPADUR QUATTRO 17634

Nozzle pressure : 250 bar [3625 psi]

Air pressure (compressor) : 5 bar

Maka minimum kebutuhan untuk rasio arlessnya yaitu :

$$250/5 = 50$$

Sehingga rasio yang dibutuhkan yaitu : 50 : 1

2) HEMPADUR 45182

Nozzle pressure : 200 bar [2900 psi]

Air pressure (compressor) : 5 bar

Maka minimum kebutuhan untuk rasio arlessnya yaitu :

$$200/5 = 40$$

Sehingga rasio yang dibutuhkan yaitu : 40 : 1

3) HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC®NCT 8190M

Nozzle pressure : 270 bar [4000 psi]

Air pressure (compressor) : 5 bar

Maka minimum kebutuhan untuk rasio arlessnya yaitu :

$$270/5 = 54$$

Sehingga rasio yang dibutuhkan yaitu : 54 : 1

4) JOTAMASTIC 80

Nozzle pressure : 150 bar [2200 psi]

Air pressure (compressor) : 5 bar

Maka minimum kebutuhan untuk rasio arlessnya yaitu :

$$150/5 = 30$$

Sehingga rasio yang dibutuhkan yaitu : 30 : 1

5) PENGUARD FC

Nozzle pressure : 150 bar [2200 psi]

Air pressure (compressor) : 5 bar

Maka minimum kebutuhan untuk rasio arlessnya yaitu :

$$150/5 = 30$$

Sehingga rasio yang dibutuhkan yaitu : 30 : 1

6) SEAQUANTUM PLUS

Nozzle pressure : 150 bar [2200 psi]

Air pressure (compressor) : 5 bar

Maka minimum kebutuhan untuk rasio arlessnya yaitu :

$$150/5 = 30$$

Sehingga rasio yang dibutuhkan yaitu : 30 : 1

Dari data tersebut kita dapat memastikan kebutuhan udara yang ada pada proses *coating* lambung kapal.

Sehingga dapat memilih spesifikasi airless yang sesuai dengan rasio kebutuhan tekanan udaranya dimana nilai yang didapatkan yaitu berkisar = 30:1 hingga 54:1.

4.2.2 Perhitungan ketebalan *coating*

Perhitungan ketebalan *coating* tidak lepas dari jenis dari 2 jenis lapisan yang akan dibentuk. Yakni :

- 1) Lapisan DFT (Dry film Thickness).
- 2) Lapisan WFT (Wet film Thickness).

Dimana untuk formulasi yang digunakan pada penggunaannya yaitu :

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{VS} / 100$$

Formula untuk DFT

$$\text{Formula WFT} = \frac{\text{DFT} \times 100 \%}{\% \text{VS}}$$

Formula untuk WFT

Keterangan :

DFT : *Dry Film Thickness* (μm)

WFT : *Wet Film Thickness* (μm)

%VS: *Percent Volum Solids* (%)

Semua perhitungan berdasarkan spesifikasi *coating* yang telah ada. Dan jika ditambahkan dengan *thinner* dalam pengerjaannya formula yang digunakan yakni :

$$\text{Formula WFT} = \frac{\text{DFT} \times (100 \% + \% \text{ thinner})}{\% \text{VS}}$$

Formula untuk WFT dengan penambahan *Thinner*

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100 + \% \text{ thinner}$$

Formula untuk DFT dengan penambahan *Thinner*

Keterangan :

DFT : Dry Film Thickness (μm)

WFT : Wet Film Thickness (μm)

% VS: Percent Volum Solids (%)

% *thinner*: Percent *Thinner* (%)

Dari beberapa penjelasan formulasi diatas kita dapat menentukan kebutuhan ketebalan dari tiap spesifikasi yang berbeda dalam tiap jenisnya. Sehingga kita dapat mendapatkan data berupa ketebalan yang ada pada tiap jenis *coating* berbeda.

1) HEMPADUR QUATTRO 17634

DFT (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi :

% Volum Solid : 72 ± 1

WFT : $175 \mu\text{m}$

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{VS} / 100$$

$$\text{DFT} = 175 \times 72 / 100$$

$$\text{DFT} = 126 \mu\text{m}$$

DFT (Dengan *thinner*) :

Thinner yang disyaratkan tidak lebih dari 5 % dari spesifikasi data :

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{VS} / 100 + \% \text{thinner}$$

$$\text{DFT} = 175 \times 72 / 100 + 5$$

$$\text{DFT} = 120 \mu\text{m}$$

2) HEMPADUR 45182

DFT (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi :

% Volum Solid : 46 ± 1

WFT : 225 μm

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100$$

$$\text{DFT} = 225 \times 46 / 100$$

$$\text{DFT} = 103,5 \mu\text{m}$$

DFT (Dengan *thinner*) :

Thinner yang disyaratkan tidak lebih dari 5 % dari spesifikasi data :

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100 + \% \text{ thinner}$$

$$\text{DFT} = 225 \times 46 / 100 + 5$$

$$\text{DFT} = 98,57 \mu\text{m}$$

3) HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC®NCT
8190M

DFT (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi :

% Volum Solid : 52 ± 1

WFT : 200 μm

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100$$

$$\text{DFT} = 200 \times 52 / 100$$

$$\text{DFT} = 104 \mu\text{m}$$

DFT (Dengan *thinner*) :

Thinner yang disyaratkan tidak lebih dari 5 % dari spesifikasi data :

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100 + \% \text{ thinner}$$

$$\text{DFT} = 200 \times 52 / 100 + 5$$

$$\text{DFT} = 99 \mu\text{m}$$

4) Jotamastic 80

DFT (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi :

% Volum Solid : 80 ± 1

WFT : $140 \mu\text{m}$

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100$$

$$\text{DFT} = 140 \times 80 / 100$$

$$\text{DFT} = 112 \mu\text{m}$$

DFT (Dengan *thinner*) :

Thinner yang disyaratkan tidak lebih dari 5 % dari spesifikasi data :

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100 + \% \text{ thinner}$$

$$\text{DFT} = 140 \times 80 / 100 + 5$$

$$\text{DFT} = 107 \mu\text{m}$$

5) PENGUARD FC

DFT (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi :

% Volum Solid : 62 ± 2

WFT : $160 \mu\text{m}$

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100$$

$$\text{DFT} = 160 \times 62 / 100$$

$$\text{DFT} = 100,4 \mu\text{m}$$

DFT (Dengan *thinner*) :

Thinner yang disyaratkan tidak lebih dari 5 % dari spesifikasi data :

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100 + \% \text{ thinner}$$

$$\text{DFT} = 160 \times 62 / 100 + 5$$

$$\text{DFT} = 94,47 \mu\text{m}$$

6) SEAQUANTUM PLUS

DFT (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi :

% Volum Solid : 47 ± 2

WFT : 160 μm

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100$$

$$\text{DFT} = 160 \times 47 / 100$$

$$\text{DFT} = 75,2 \mu\text{m}$$

DFT (Dengan *thinner*) :

Thinner yang disyaratkan tidak lebih dari 5 % dari spesifikasi data :

$$\text{Formula DFT} = \text{WFT} \times \% \text{ VS} / 100 + \% \text{ thinner}$$

$$DFT = 160 \times 47 / 100 + 5$$

$$DFT = 71,61 \mu\text{m}$$

4.2.3 Consumption of paint, sebagai tolak ukur penggunaan *coating*.

Sebelum menghitung consumption paint, kita terlebih dahulu harus menghitung TSR (Theoretical Spreading Rate) dari *coating* terlebih dahulu. Dimana formulasi dari TSR yaitu,

$$TSR = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

Keterangan :

TSR : Theoretical Spreading Rate m^2/l

DFT : Dry Film Thickness (μm)

WFT : Wet Film Thickness (μm)

% VS: Percent Volum Solids (%)

% *thinner*: Percent *Thinner* (%)

Dimana dalam pengajarannya terdapat spesifikasi kebutuhan yang berbeda tiap *coating*. Pada perhitungan sebelumnya telah didapatkan data dari DFT yang ada pada *coating*, serta nilai % Vol solid yang didapat dari spesifikasi *coating*. Sehingga dapat dihitung nilai TSR tiap-tiap *coating* berbeda.

Yang perlu diperhatikan disini dalam penggunaan *thinner* yang ada. Sehingga dibedakan dalam perhitungannya antara yang menggunakan thinner dan yang tidak..

1) HEMPADUR QUATTRO 17634

TSR (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya :

% Volum Solid : 72 ± 1

DFT = $126 \mu\text{m}$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\begin{aligned} \text{TSR} &= 72 \times 10 / 126 \\ &= 5,71 \text{ m}^2/\text{l} \end{aligned}$$

TSR (Dengan *thinner*) :

DFT = $120 \mu\text{m}$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\begin{aligned} \text{TSR} &= 72 \times 10 / 120 \\ &= 6 \text{ m}^2/\text{l} \end{aligned}$$

2) HEMPADUR 45182

TSR (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

% Volum Solid : 46 ± 1

DFT = 103,5 μm

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\begin{aligned} \text{TSR} &= 46 \times 10 / 103,5 \\ &= 4,44 \text{ m}^2/\text{l} \end{aligned}$$

TSR (Dengan *thinner*) :

DFT = 98,57 μm

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\begin{aligned} \text{TSR} &= 46 \times 10 / 98,57 \\ &= 4,67 \text{ m}^2/\text{l} \end{aligned}$$

3) HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC®NCT
8190M

TSR (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

% Volum Solid : 52 ± 1

DFT = $104 \mu\text{m}$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\text{TSR} = 52 \times 10 / 104$$

$$= 5 \text{ m}^2/\text{l}$$

TSR (Dengan *thinner*) :

DFT = $99 \mu\text{m}$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\text{TSR} = 52 \times 10 / 99$$

$$= 5,25 \text{ m}^2/\text{l}$$

4) Jotamastic 80

TSR (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

$$\% \text{ Volum Solid} : 80 \pm 1$$

$$\text{DFT} = 112 \mu\text{m}$$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\text{TSR} = 80 \times 10 / 112$$

$$= 7,14 \text{ m}^2/\text{l}$$

TSR (Dengan *thinner*) :

$$\text{DFT} = 107 \mu\text{m}$$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\text{TSR} = 80 \times 10 / 107$$

$$= 7,47 \text{ m}^2/\text{l}$$

5) PENGUARD FC

TSR (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

$$\% \text{ Volum Solid} : 62 \pm 2$$

$$\text{DFT} = 100,4 \mu\text{m}$$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\text{TSR} = 62 \times 10 / 100,4$$

$$= 6,175 \text{ m}^2/\text{l}$$

TSR (Dengan *thinner*) :

$$\text{DFT} = 94,47 \mu\text{m}$$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids \%} \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\text{TSR} = 62 \times 10 / 94,47$$

$$= 6,5629 \text{ m}^2/\text{l}$$

6) SEAQUANTUM PLUS

TSR (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

$$\% \text{ Volum Solid} : 47 \pm 2$$

$$\text{DFT} = 75,2 \mu\text{m}$$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids } \% \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\text{TSR} = 47 \times 10 / 75,2$$

$$= 6,25 \text{ m}^2/\text{l}$$

TSR (Dengan *thinner*) :

$$\text{DFT} = 71,61 \mu\text{m}$$

$$\text{TSR} = \frac{\text{Volum solids } \% \times 10}{\text{Dry film thickness}}$$

$$\text{TSR} = 47 \times 10 / 71,61$$

$$= 6,5633 \text{ m}^2/\text{l}$$

Setelah mengetahui nilai TSR dari tiap jenis *coating*, langkah selanjutnya dari perhitungan consumption of paint, sebagai tolak ukur penggunaan *coating* adalah perhitungan theoretical paint consumption.

Dimana kita dapat menghitung kebutuhan dari banyaknya cat yang dibutuhkan dalam suatu luasan area. Dalam perumusannya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

Keterangan :

TSR : Theoretical Spreading Rate m²/l

TPC: Theoretical Paint Consumption l

AREA: Luasan yang akan di *coating* m²

Juga yang perlu diperhatikan disini dalam penggunaan *thinner* yang ada. Sehingga dibedakan untuk perhitungannya antara yang menggunakan thinner dan yang tidak.

Dalam pembahasan ini di asumsikan total suatu cakupan luasan yang harus *dicoating* yaitu sebesar 100 m² pada bagian lambung kapal yang akan di *coating* sesuai dengan spesifikasi yang telah dipilih berdasarkan kebutuhan sebelumnya.

1) HEMPADUR QUATTRO 17634

TPC (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya :

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 5,71 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 5,71$$

$$\text{TPC} = 17,51 \text{ l}$$

TPC (Dengan *thinner*) :

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 6 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 6$$

$$\text{TPC} = 16,67 \text{ liter}$$

2) HEMPADUR 45182

TPC (Tanpa thinner) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 4,44 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 4,44$$

$$\text{TPC} = 22,52 \text{ l}$$

TPC (Dengan thinner) :

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 4,67 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 4,67$$

$$\text{TPC} = 21,41 \text{ liter}$$

3) HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC®NCT
8190M

TPC (Tanpa thinner) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 5 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 5$$

$$\text{TPC} = 20 \text{ liter}$$

TPC (Dengan thinner) :

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 5,25 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 5,25$$

$$= 19,04 \text{ liter}$$

4) Jotamastic 80

TPC (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 7,14 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 7,14$$

$$= 14,1 \text{ liter}$$

TPC (Dengan *thinner*) :

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 7,47 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 7,47$$

$$= 13,38 \text{ liter}$$

5) PENGUARD FC

TPC (Tanpa *thinner*) :

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 6,175 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 6,175$$

$$= 16,19 \text{ liter}$$

TPC (Dengan *thinner*) :

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 6,5629 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 6,5629 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$= 15,23 \text{ liter}$$

6) SEAQUANTUM PLUS

Kita mengetahui beberapa data dari spesifikasi dan perhitungan sebelumnya:

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 6,25 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

$$\text{TPC} = 100 / 6,25$$

$$= 16 \text{ liter}$$

TPC (Dengan *thinner*) :

$$\text{Area} = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{TSR} = 6,5633 \text{ m}^2/\text{l}$$

$$\text{Theoretical Paint Consumption (liters)} = \frac{\text{AREA (M}^2\text{)}}{\text{T.S.R}}$$

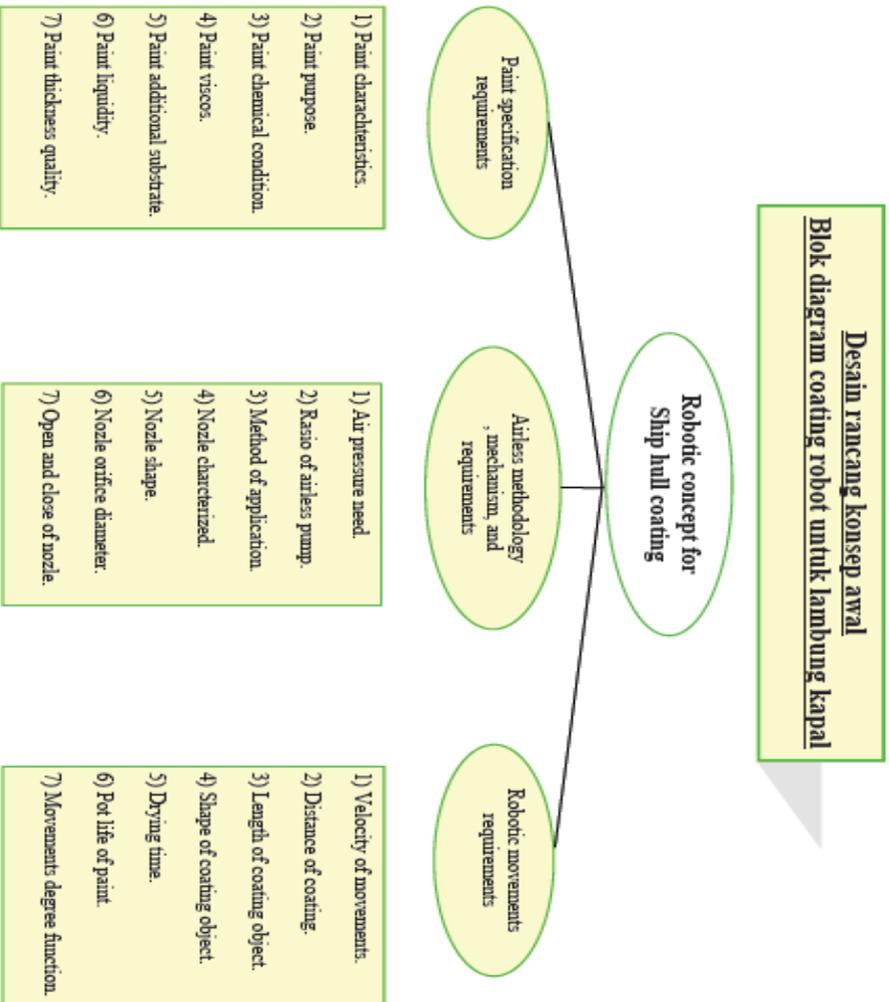
$$\text{TPC} = 100 / 6,5633$$

$$= 15,24 \text{ liter}$$

Tabel 17 Hasil perhitungan kebutuhan udara dan ketebalan *coating*.

No	Name of coating	Airless ratio	DFT μm	DFT (thinner) μm	TPC Litters	TPC (thinner) Litters
1	HEMPADUR QUATTRO 17634	50 : 1	126	120	17,5	16,67
2	HEMPADUR 45182	40:1	103,5	98,57	22,52	21,41
3	HEMPEL'S ANTIFOULIN G GLOBIC®NCT 8190M	54:1	104	99	20	19,04
4	Jotamastic 80	30 : 1	112	107	14,1	13,38
5	PENGUARD FC	30 : 1	100,4	94,47	16,19	15,23
6	SEAQUANTUM PLUS	30 : 1	75,2	71,61	16	15,24

4.3 Desain rancang awal diagram block



4.4 Pemilihan Spesifikasi kebutuhan sesuai dengan perhitungan

Dalam pemilihan spesifikasi yang akan dipilih akan berdasarkan kebutuhan dasar yang ada pada tipe jenis karakteristik dan perhitungan *coating* yang ada berdasarkan manual book maupun perhitungan aplikatif yang telah dilakukan. Adapun beberapa spesifikasi yang harus ditentukan yakni :

- 1) Spesifikasi Nozle.
- 2) Spesifikasi Spesifikasi Air volume.
- 3) Spesifikasi kebutuhan *coating*.
- 4) Spesifikasi *Airless Spray*

Sehingga dapat menentukan bagian-bagian yang sesuai dengan karakteristik dan perhitungan sebelumnya , untuk menyusun dari beberapa komponen yang dibutuhkan dalam penentuan desain blok perancangan aplikasi robotik konsep.

4.4.1 Spesifikasi Nozle

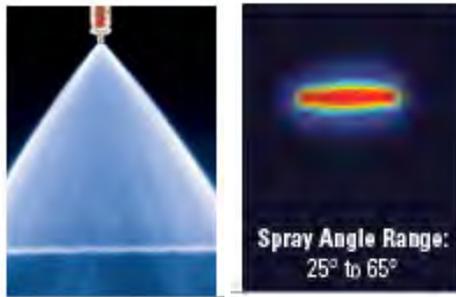
Nozle sebagai bagian yang penting dalam penggunaannya pada *coating* mekanisme. Dimana terdapat berbagai macam nozle yang ada, namun yang harus diperhatikan disini yakni:

- 1) Bentuk dari hasil luaran nozle yang akan dibentuk.
- 2) Ukuran Orifice yang sesuai dengan kebutuhan.
- 3) Sudut yang akan dibentuk.

4.4.1.1 Bentuk dari luaran nozle yang akan dibentuk

Dalam pemilihannya untuk digunakan pada aplikasi *coating* secara maksimal dan sesuai dengan karakteristik dalam penggunaannya. Dari hal tersebut maka dapat ditentukan dalam pemilihan dalam aplikasi *coating* lambung yang sesuai yaitu :

FLAT (EVEN) NOZZLES



Gambar 28 hasil injeksi tipe *Flat (EVEN) Nozzles*

(sumber : <http://www.spray.com>)

Karakteristik :

- Menghasilkan distribusi rata (*even distribution*) pada butiran sedang yang tebal dengan pola persegi panjang.

Juga dapat dilihat dari sudut yang akan dibentuk dimana sudut yang menjadi standrad ukuran untuk proses *coating* yaitu : 60° hingga 80° .

4.4.1.2 Ukuran Orifice yang sesuai dengan kebutuhan.

Dimana dalam spesifikasi yang sesuai dengan pemilihan jenis dari bentuk nozle dan karkarakteristik dari spesifikasi *coating* yang ada dapat ditampilkan dalam tabel berikut :

Tabel 18 Ukuran Orifice berdasarkan kebutuhan *coating*.

No	<i>Coating</i>	Nozle	Orifice	Nozle Pressure
1	HEMPADUR QUATTRO 17634.	FLAT (EVEN) NOZZLES 65 ⁰	0.025 "	250 Bar
2	HEMPADUR 45182.	FLAT (EVEN) NOZZLES 65 ⁰	0.023 "	200 Bar
3	HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC®NCT 8190M	FLAT (EVEN) NOZZLES 65 ⁰	0.31 "	270 Bar
4	JOTAMASTIC 80	FLAT (EVEN) NOZZLES 65 ⁰	0,43 mm (0,017 ")	150 Bar
5	PENGUARD FC	FLAT (EVEN) NOZZLES 65 ⁰	0.46 mm (0.018")	150 Bar
6	SEAQUANTUM PLUS	FLAT (EVEN) NOZZLES 65 ⁰	0.43 mm (0.017").	150 Bar

4.4.1.3 Sudut yang akan dibentuk .

Selain orifice sudut yang akan dibentuk juga merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam proses *coating*. Karena sudut yang sesuai dengan standard penggunaan dari *coating* akan menghasilkan *coating* yang baik dan berkualitas. Adapun jenis dari *coating* beserta sudut yang dapat mencakup dari nozzle dapat ditabelkan pada tabel berikut mengacu pada tiap jenis nozzle yang ada.

Tabel 19 Sudut dari tiap jenis nozzle berbeda.

No	Nozle	Standard <i>coating</i>	Sudut
1	FULL CONE NOZZLE	$60^0 - 80^0$	$15^0 - 125^0$
2	FULL CONE SPIRAL TYPE	$60^0 - 80^0$	$50^0 - 170^0$
3	FULL CONE (OVAL SPRAY) NOZZLES	$60^0 - 80^0$	$60^0 - 105^0$
4	FULL CONE (SQUARE SPRAY) NOZZLES	$60^0 - 80^0$	$52^0 - 105^0$
5	FLAT (EVEN) NOZZLES	$60^0 - 80^0$	$25^0 - 65^0$

4.4.2 Spesifikasi Air volume.

Dalam pemilihan kebutuhan air volume dan compressor sendiri ditentukan sesuai dengan kebutuhan spesifikasi yang ada, terutama pada penentuan airless yang ada. Dalam spesifikasinya airless membutuhkan udara dalam beberapa volume tertentu dalam tiap spesifikasinya sesuai dengan kebutuhan *coating*. Dalam kebutuhannya dapat di tabelkan sebagai berikut:

Tabel 20 kebutuhan air volume pada airless

No	<i>Coating</i>	Airless	Airless Ratio	Air volume in cycle
1	HEMPADUR QUATTRO 17634.	Kermlin airless 53.60 unit 53:1	50 : 1	124 cm ³
2	HEMPADUR 45182.	Kermlin airless 40.50 unit 40:1	40 : 1	100 cm ³
3	HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC@NCT 8190M	Graco King@ 56:1	54 : 1	220 cm ³
4	JOTAMASTIC 80	Kermlin airless Flowmax 34.A2 Pump unit 34:1	30 : 1	60 cm ³
5	PENGUARD FC	Kermlin airless Flowmax 34.A2 Pump unit 34:1	30 : 1	60 cm ³
6	SEAQUANTUM PLUS	Kermlin airless Flowmax 34.A2 Pump unit 34:1	30 : 1	60 cm ³

4.4.3 Spesifikasi kebutuhan *coating*.

Kebutuhan *coating* yakni berapa volume tangki yang akan di desain sesuai dengan kebutuhan pada tiap *coating* yang berbeda-beda. Sehingga dapat direncanakan berapa volume dari beberapa spesifikasi dari manual books. Berikut tabel kebutuhan jumlah volume pada tiap pil yang ada pada *coating* manual books.

Tabel 21 kebutuhan volume tangki *coating*

No	<i>Coating</i>	Pil Volume
1	HEMPADUR QUATTRO 17634.	16 litres Comp. A (base) in a 20 litre container and 2.3 litres Jotamastic 80, Std Comp. B (curing agent) in a 3 litre container (total = 20 liter)
2	HEMPADUR 45182.	16 litres Comp. A (base) in a 20 litre container and 2.3 litres Jotamastic 80, Std Comp. B (curing agent) in a 3 litre container (total = 20 liter)
3	HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC@NCT 8190M	20 litre container.
4	JOTAMASTIC 80	16 litres Comp. A (base) in a 20 litre container and 2.3 litres Jotamastic 80, Std Comp. B (curing agent) in a 3 litre container (total = 20 liter)
5	PENGUARD FC	16 litres Comp. A (base) in a 20 litre container and 4 litres Comp. B (curing agent) in a 5 litre container (total = 20 liter)
6	SEAQUANTUM PLUS	20 litre container.

4.4.4 Spesifikasi *Airless Spray*.

Spesifikasi airless ditentukan dengan melihat kebutuhan pressure ratio yang telah dihitung sebelumnya.

Berikut tabel untuk kebutuhan airless sesuai kebutuhan spesifikasi *coating* :

Tabel 22 kebutuhan airless *coating*

No	<i>Coating</i>	Airless	Airless Ratio	Airless pressure
1	HEMPADUR QUATTRO 17634.	Kermlin airless 53.60 unit 53:1	50 : 1	5 Bar, Maksimum 7 Bar
2	HEMPADUR 45182.	Kermlin airless 40.50 unit 40:1	40 : 1	5 Bar, Maksimum 7 Bar
3	HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC®NCT 8190M	Graco King® 56:1	54 : 1	5 Bar, Maksimum 7 Bar
4	JOTAMASTIC 80	Kermlin airless Flowmax 34.A2 Pump unit 34:1	30 : 1	5 Bar, Maksimum 7 Bar
5	PENGUARD FC	Kermlin airless Flowmax 34.A2 Pump unit 34:1	30 : 1	5 Bar, Maksimum 7 Bar
6	SEAQUANTUM PLUS	Kermlin airless Flowmax 34.A2 Pump unit 34:1	30 : 1	5 Bar, Maksimum 7 Bar

4.5 Efisiensi

Dalam penentuan penggunaan *coating*, kita dapat membedakan menjadi 2 dasar penggunaan yang efisien yaitu berdasarkan :

- 1) Efisiensi pengecatan / pelapisan (*coating area*).
- 2) Efisiensi pengecatan / pelapisan (*coating time*).

Sehingga dapat menjadi acuan dalam parameter desain konsep diagram robotik. Untuk lengkapnya akan dibahas pada bab berikutnya lebih mendalam tentang analisa parameter efisiensi kedua dasar tersebut beserta dengan perhitungannya.

4.5.1 Efisiensi pengecatan / pelapisan (*coating area*).

Efisiensi dalam proses *coating* pada pengecatan / pelapisan bagian lambung kapal sendiri haruslah dapat mencakupi dari beberapa kriteria yaitu :

- 1) *Coating visual completed*.
- 2) *Spreading rate* yang sesuai.
- 3) *Thickness film* yang mencukupi.
- 4) Konsumsi penggunaan *coating*.
- 5) Perbandingan rasio zat tambahan yang sesuai.

4.5.2 Efisiensi pengecatan / pelapisan (*coating time*).

Selain penggunaan *coating* yang sesuai dengan kebutuhan yang juga menjadi faktor penting dalam efisiensi pengecatan yaitu waktu yang dibutuhkan.

Adapun beberapa hal penting yang dapat menjadi pertimbangan dalam hal ini yaitu :

- 1) *Pot life coating time.*
- 2) *Dry coating time.*
- 3) *Recoating time.*
- 4) *Velocity of movement.*

Sehingga dalam penggunaannya kita harus dapat menyesuaikan sesuai dengan kebutuhan yang ada dan karakteristik berdasarkan spesifikasi *coating*.

4.6 Desain rancangan

Desain rancangan yang akan di buat dalam pengerjaan skripsi ini yakni berupa :

- 1) Desain awal perancangan sistem injeksi udara bertekanan pada *automatic coating*.
- 2) Desain sistem injeksi udara bertekanan pada *automatic coating*.
- 3) Desain akhir diagram robotik *coating*.

4.6.1 Desain awal perancangan sistem injeksi udara bertekanan pada *automatic coating*.

Dimana dalam tahap awal desain yang akan dirancang haruslah sesuai dengan perlakuan yang dibutuhkan dari *coating* yang didapatkan dari beberapa informasi aplikasi yang digunakan serta berdasarkan pada operator ataupun pengguna dari *coating*. Ada beberapa hal penting yang harus menjadi pertimbangan dasar yang akan diperjelaskan dalam fish bone diagram acuan awal. Dimana yang menjadi hal penting dalam pembahasan yakni :

1) *Airless Methodology, mechanism, and requirements*

Dimana didalamnya termasuk beberapa bagian yakni :

Air pressure, Ratio of airless pump, Nozle Characterized, Method of application.

2) *Paint Specification requirements*

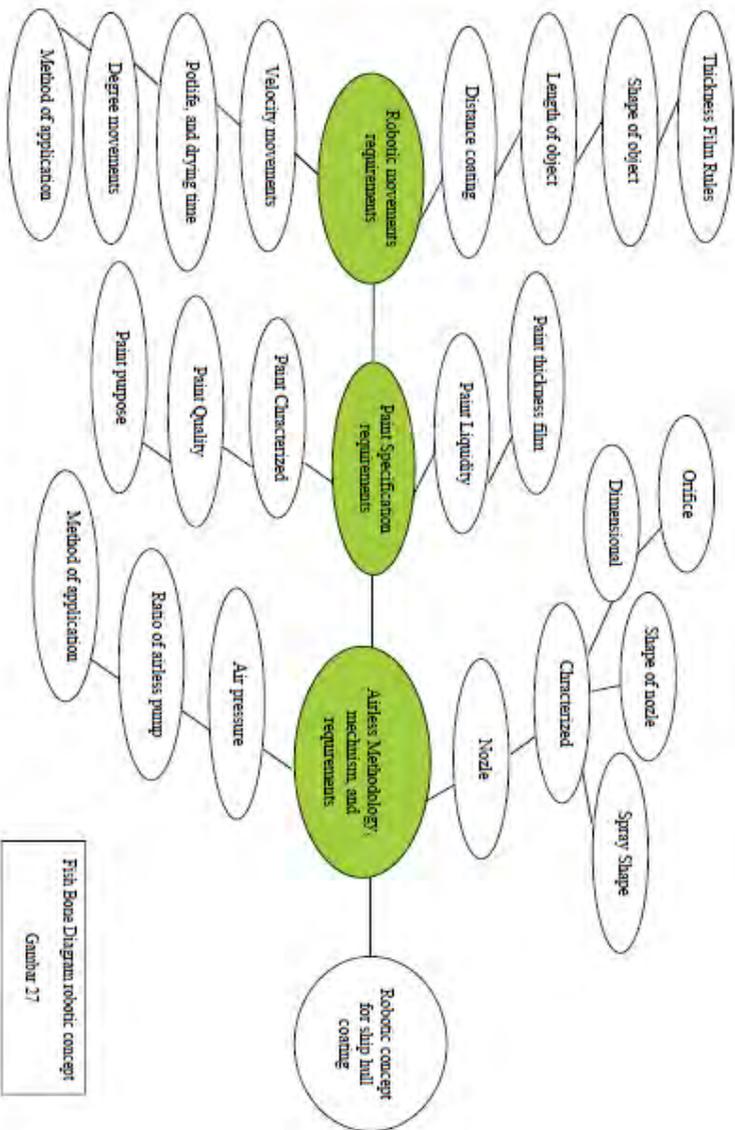
Dimana didalamnya termasuk beberapa bagian yakni :

Paint purpose, Paint Quality, Paint Characterized, Paint Liquidity, Paint thickness film.

3) *Robotic movements requirements*

Dimana didalamnya termasuk beberapa bagian yakni :

Velocity movements, Degree movements, Distance coating, Length of object, Shape of object, Thickness Film Rules.



4.6.2 Desain sistem injeksi udara bertekanan pada automatic *coating*.

Setelah konsep desain awal telah terbentuk untuk proses selanjutnya yaitu perancangan desain diagram dari sistem injeksi udara bertekanan. Dimana beberapa hal yang harus di perhatikan dari pembentukan diagram yakni :

- 1) *Air pressure*
- 2) *Ratio of airless pump*
- 3) *Nozle Characterized*
- 4) *Method of application.of coating*

Semua haruslah sesuai dengan pertimbangan keempat hal tersebut. Pastinya berhubungan dengan spesifikasi yang telah dipilih sebelumnya.

Dimana tiap *coating* memiliki kebutuhan yang berbeda dan karakteristik yang tidak sama pula. Hal ini di cantumkan dalam beberapa tabel yang telah dibahas pada bab spesifikasi komponen peralatan .

Sehingga hasilnya dapat di rancang kan dalam beberapa blog diagram sesuai dengan kebutuhan *coating* yang ada.

Dimana blog diagram tersebut dapat menjelaskan beberapa informasi kebutuhan *coating* yang relevan dengan karakteristik *coating* dan spesifikasi kebutuhan.

4.6.3 Desain akhir diagram robotik *coating*.

Pada tahap ini yang perlu menjadi dasar dalam penentuan kelengkapan dari diagram keseluruhan yaitu diagram robotic movement yang akan dirancang.

Dimana terdapat beberapa hal penting yang menjadi acuan dasar dalam penetapannya. Hal ini tentunya berdasarkan kebutuhan *coating* dari spesifikasi maupun dari beberapa informasi yang didapat dari operator *coating* secara konvensional selama ini.

Dimana beberapa diantaranya yakni :

- 1) *Distance coating.*
- 2) *Overlapping.*
- 3) *Shape of object.*
- 4) *Thickness Film Rules.*

Dari 4 hal tersebut dapat menjadi acuan dalam penentuan diagram robotik yang akan dirancang. Sehingga diagram ini dapat menjadi kesatuan informasi, dimana menjadi acuan dalam penentuan pergerakan robotik sebagai pelengkap dari sistem automatic yang akan dirancang.

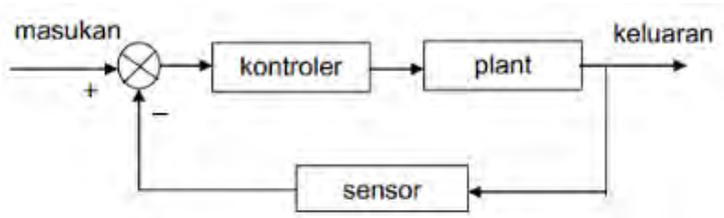
Diagram tersebut berisi tentang kebutuhan udara hingga kebutuhan pergerakan otomatis yang diperlukan dalam proses *coating*. Sehingga automatic *coating* dapat diterapkan konsepnya untuk dapat dilogika dalam proses robotic program yang akan diaplikasikan di lapangan.

Diagram ini berupa diagram control tertutup dimana diagram ini menggunakan sistem kontrol tertutup. Sistem

kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan, sistem kontrol lup tertutup juga merupakan sistem kontrol berumpan balik.

Sinyal kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran atau turunannya, diumpankan ke kontroler untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan.

Dengan kata lain, istilah “lup tertutup” berarti menggunakan aksi umpan – balik untuk memperkecil kesalahan sistem.



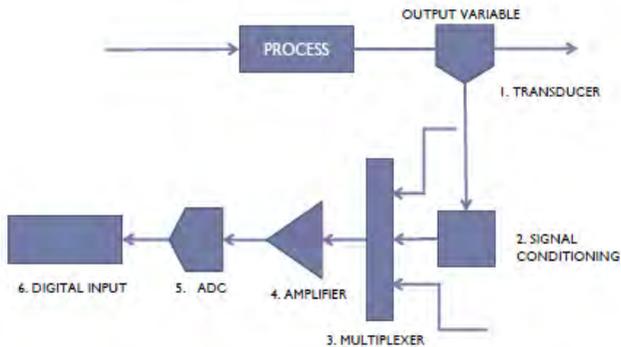
Gambar 28 Diagram Sistem *loop* tertutup

(sumber :

<http://wisnukusbandono.blogspot.com/2013/03/pengertian-open-loop-dan-close-loop.html>)

Berikut merupakan salah satu contoh desain perencanaan diagram blok dengan sistem tertutup :

Pengubahan Sinyal Analog Menjadi Digital



Gambar 29 Contoh Diagram Sistem loop tertutup

(sumber : [staff.fkip.uns.ac.id/files/2010/06/Otomasi Produksi-7](http://staff.fkip.uns.ac.id/files/2010/06/Otomasi_Produksi-7))

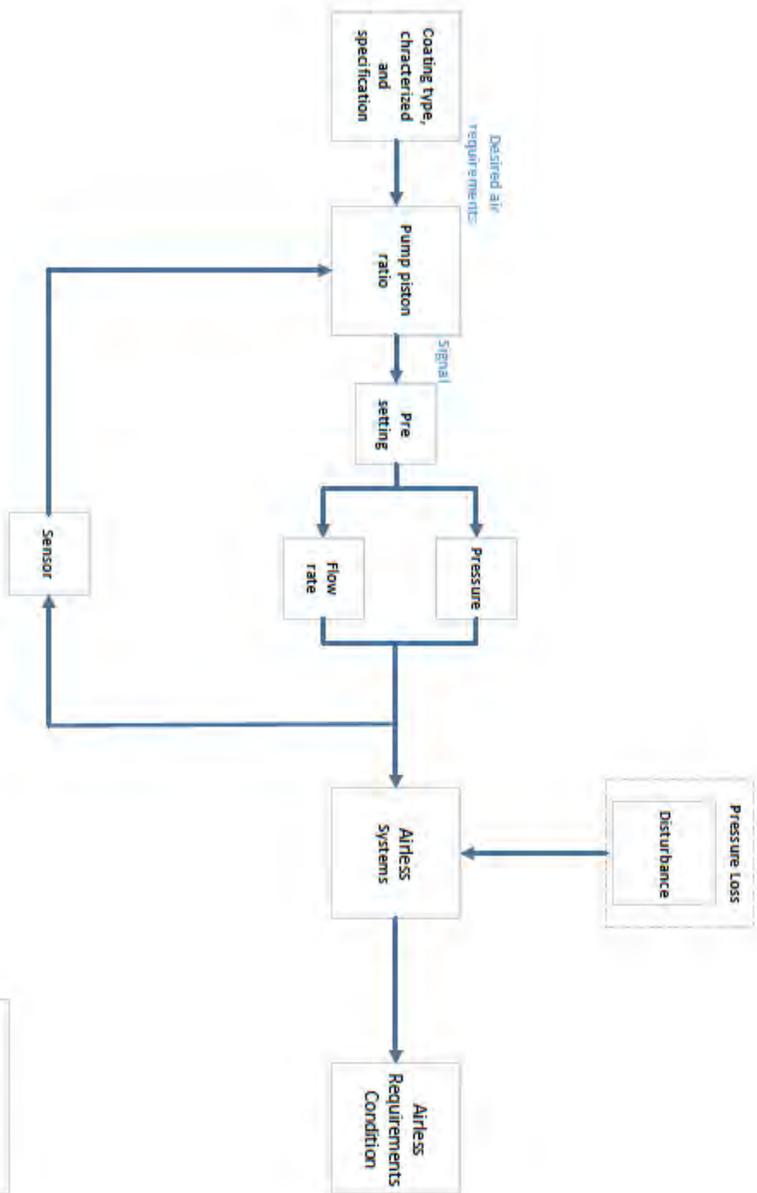
Keterangan :

Transducer = Membaca sinyal analog dan diconvert menjadi sinyal elektrik.

Multiplexer = Berguna untuk sharing ADC agar dapat menerima input dari berbagai sinyal masuk.

Amplifier = Penskalaan, bisa untuk penguatan, bisa untuk Pelemahan.

ADC (Analog to Digital Converter) = Mengubah sinyal analog menjadi digital ekivalen-nya.



Gambar 31 Desain rancangan automatic pada airless

Penjelasan mekanisme desain digram :

Desain diagram tersebut merupakan diagram dalam sistem automatic udara pada airless system yang akan dirancang dimana terdapat beberapa informasi dan proses yang menjadi bagian penting dalam sistem secara keseluruhan digambarkan diagram robotik diantaranya:

1. *Coating type, chracterized and specification*

Dalam proses ini penentuan kebutuhan berdasarkan informasi yang ada pada kebutuhan *coating* dari panduan manual book yang ada maupun spesifikasinya. Yang menjadi dasar dalam pengaturan sistem.

2. *Pre Setting : Flow rate , Pressure*

Proses selanjutnya yaitu mengatur dari tekanan dan flow rate yang akan dialirkan pada airless sistem sehingga sesuai dengan kebutuhan.

3. *Sensor*

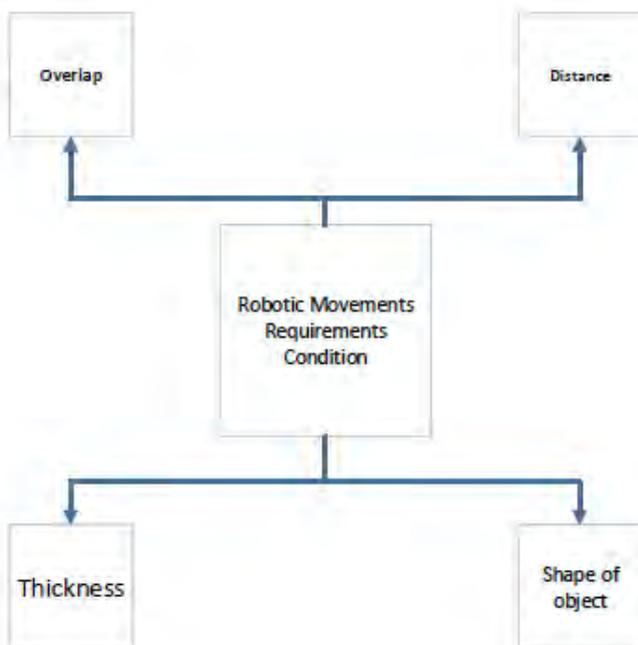
Perhitungan dan pembacaan data yang masuk , baik dari tekanan maupun flow rate yang ada. Jika tidak sesuai maka sistem tidak akan bekerja.

4. *Airless systems, Disturbance*

Setelah sesuai dengan proses pengaturan dan perhitungan, maka proses selanjutnya yaitu pada penggunaannya pada airless system yang ada dengan disturbance berupa pressure loss.

5. *Airless requirements conditions*

Semua harus berdasarkan kebutuhan airless yang digunakan dimana erat hubungannya dengan proses awal pemilihan *coating*.



Gambar 32 bagian utama kebutuhan dalam peregrakan robotik

Penjelasan mekanisme desain diagram :

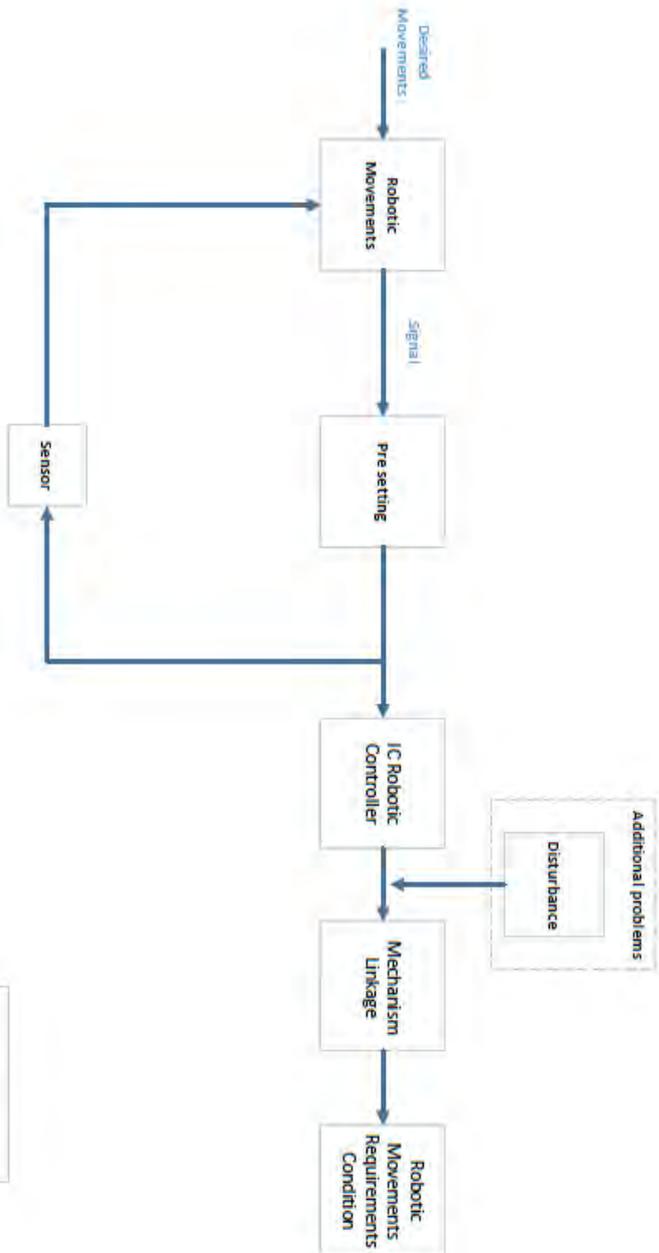
Desain diagram tersebut merupakan diagram utama kebutuhan pergerakan yang akan dirancang untuk pergerakan otomatis robot. Dimana diagram ini berisi tentang bagan informasi yang menunjukkan 4 kebutuhan pergerakan yang didasarkan terhadap:

1. *Thickness Control* (kendali ketebalan).
2. *Shape of object* (bentuk benda yang akan di *coating*).
3. *Distance* (jarak antara mulut nozle dan objek *coating*).
4. *Overlap* (jarak overlap antara lapisan yang telah di *coating*).

Yang kemudian akan menjadi beberapa diagram sistem control yang harus dapat diatur pergerakannya, agar sesuai dengan tujuan dari proses *coating*.

Dimana terdapat beberapa skema diagram control yang akan dibahas pada halaman berikutnya dengan tiap- tiap bagan skematik pergerakan yang dibutuhkan oleh sistem robotik sebagai dasar dalam penentuan pergerakan dengan pengelolaan suatu sistem pengendalian secara otomatis yang didasari pada informasi dari pengoperasian peralatan *coating* yang baik dan benar berdasarkan panduan manual instruksi bagi operator *coating*.

Sehingga hasil yang dicapai dari proses *coating* secara otomatis mendapatkan hasil maksimal dengan kesesuaian terhadap instruksi *coating* operator.



Gambar 32 Desain Rancangan Robotic Movements

Penjelasan mekanisme desain digram :

Desain diagram tersebut merupakan diagram robotic thickness dalam sistem robotik movement system yang akan dirancang dimana terdapat beberapa informasi dan proses yang menjadi bagian penting dalam sistem secara keseluruhan digambarkan diagram robotik diantaranya:

1. *Desired movements, robotic movements*

Dalam proses ini penentuan pergerakan robotik berdasarkan informasi yang ada pada kebutuhan *coating* terhadap pergerakan yang terhadap objek *coating*.

2. *Pre Setting*

Proses selanjutnya yaitu mengatur input dari kebutuhan pergerakan sehingga sesuai dengan kebutuhan standarnya pada objeknya.

3. *Sensor*

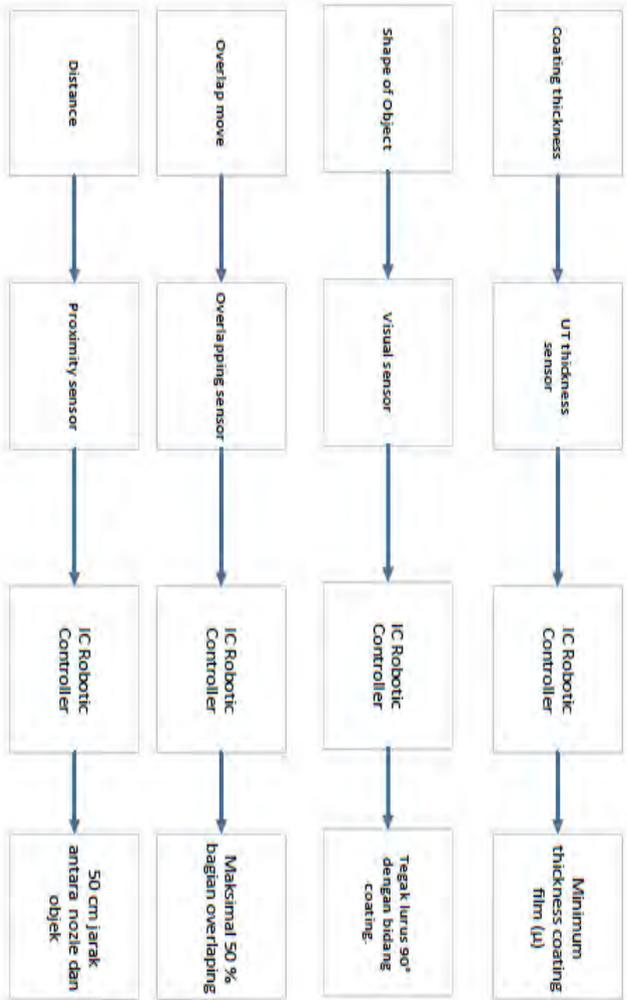
Perhitungan dan pembacaan data yang masuk , kondisi berbeda tiap – tiap kebutuhan pergerakan dan standard operasional *coating* berdasar spesifikasi

4. *IC robotic controller, Disturbance*

Setelah sesuai dengan proses pengaturan dan perhitungan, maka proses selanjutnya yaitu pada penggunaannya pada pembacaan IC robotic controller system yang ada dengan disturbance dari luar yang diluar dari kondisi ideal.

5. *Mechanism linkage,robotic requirements*

Dari IC controller akan melakukan perintah operasi dengan mekanisme terhubung secara mekanik dan sesuai dengan kebutuhan pergerakan robotik .



Gambar 33 Desain Rancangan Robotic Sensor Movements mechanism

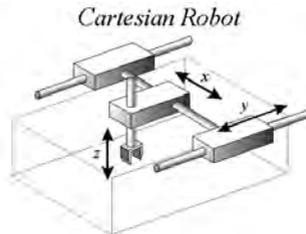
Penjelasan mekanisme desain diagram :

- 1) *Coating thickness* = ketebalan dari *coating* yang dibutuhkan dimana di sensor dengan *UT Thickness sensor* yang membaca dan menghitung ketebalan yang ada. Kemudian dilanjutkan masuk ke *IC robot controller* yang telah dimasukan ketentuan data-data keperluan dalam proses *coating* dengan pembacaan minimum thicknes dari standard hingga pergerakan dapat di lakukan beberapa kali hingga terpenuhi ketebalan yang di inginkan.
- 2) *Shape of object* = bentuk dari objek yang akan di *coating*. Dengan menggunakan sensor visual yang akan dilanjutkan menuju *IC robot controller* untuk menentukan pergerakan yang akan dilaksanakan dengan ketentuan tegak lurus 90° terhadap bidang yang akan di *coating*.
- 3) *Overlap move* = pergerakan overlap dari proses *coating* yang dibaca dengan overlapping sensor yang diteruskan menuju *IC robot controller* untuk pergerakan. Dengan jarak 50 % dari bagian yang telah terkena proses *coating* pada bidang objek.
- 4) *Distance* = jarak antara objek dengan nozle yang mengeluarkan hasil proses *coating* dari airless harus dijaga dalam jarak tertentu. Ketentuan dari operator antara jarak 30 hingga 60 cm, sehingga di masukan jarak ideal yaitu 50cm, untuk dijaga konstan sehingga menghasilkan proses *coating* dengan kualitas maksimal. Dibaca dengan proximity sensor yang dilanjutkan menuju IC controller untuk melaksanakan gerak robotik yang konsisten.

Robotic Movements

Adapun beberapa pergerakan robotik yang hingga kini dikembangkan yakni :

A) *Rectangular (cartesian) manipulator* ,apabila dari *manipulator* bergerak secara rectiliner, yaitu arah xyz dari koordinat *Cartesian* (aturan tangan kanan).

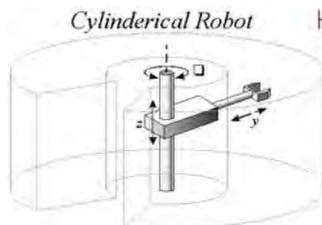


Gambar 34 Gerakan Cartesian

Sumber :<http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html>

B) *Cylindrical Manipulator*,

Apabila memiliki sebuah *revolute* dan dua *prismatic joint*, *manipulator* ini ditentukan dengan koordinat *Cylindrical* (radius , sudut, dan tinggi).

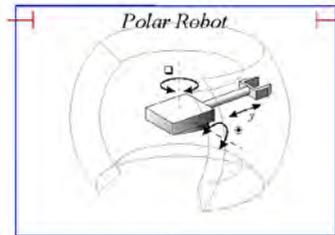


Gambar 35 Gerakan *Cylindrical*

Sumber:www.labautopedia.org/m/index.php?title=Robotic_Sample_Transport

C) *Spherical (polar) Manipulator*

Apabila dapat berubah bentuknya dengan menggerakan sendi putar dan satu sendi geser. Posisi dideskripsikan dengan koordinat spherical.

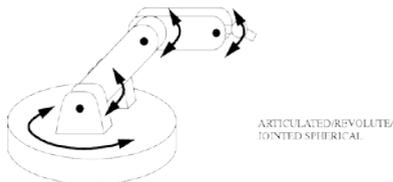


Gambar 36 Gerakan Spherical (polar)

Sumber :<http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html>

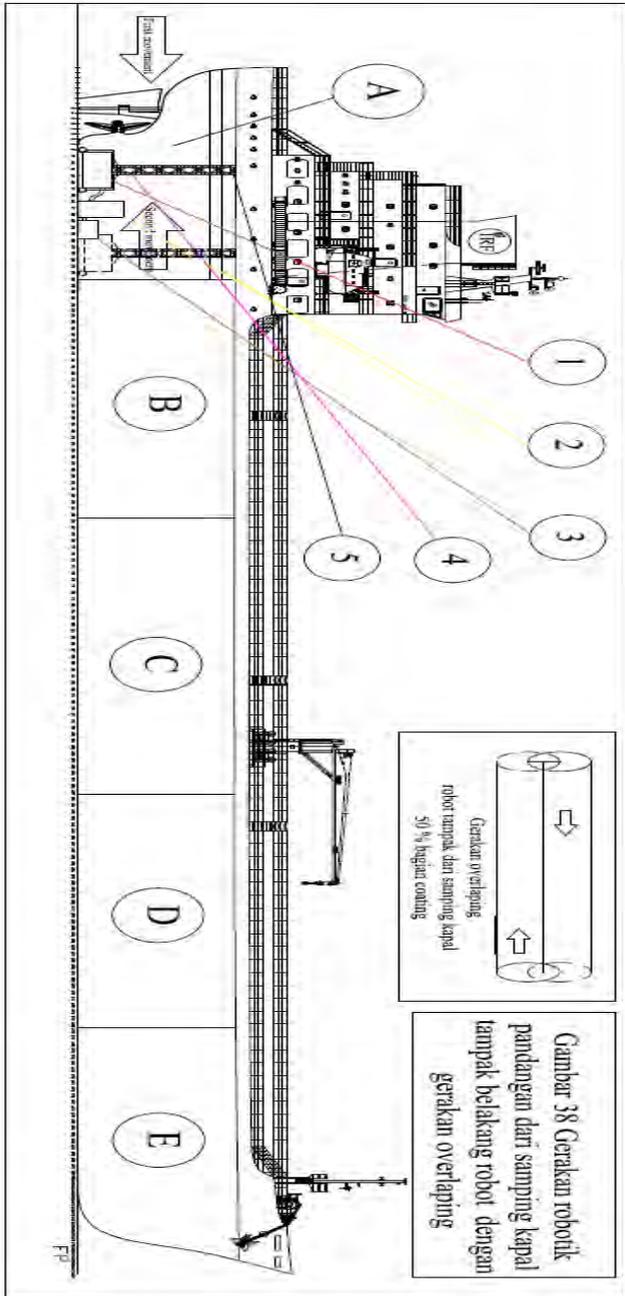
d) *Revolute (Articulated) Manipulator,*

Apabila terdiri atas lengan – lengan yang dihubungkan dengan sendi-sendi putar. Jenis robot ini lebih fleksibel karena memiliki lebih banyak sendi dibandingkan dengan manipulator lain, sehingga dapat digunakan untuk berbagai jenis industry manufaktur.



Gambar 37 Gerakan *Revolute (Articulated)*

Sumber:engineeronadisk.com/note_mecht/robotics.html



Penjelasan dan keterangan Gambar 38 :

Keterangan :

- 1 Mobile movement Robot dengan elektrik motor.
- 2 Airless pump serta automatic sistem.
- 3 Kompresor dengan udara bertekanan.
- 4 Scaffold pergerakan lengan hidrolis.
- 5 Sensor dan Nozle dengan pergerakan overlapping.
- A Section A = Luasan A pengerjaan *coating*.
- B Section B = Luasan B pengerjaan *coating*.
- C Section C = Luasan C pengerjaan *coating*.
- D Section D = Luasan D pengerjaan *coating*.
- E Section E = Luasan E pengerjaan *coating*.

Penjelasan gerakan : Terdapat 2 Gerakan yang ada pada gambar 38 yaitu : 1) First Movement 2) Second Movement. Dimana:

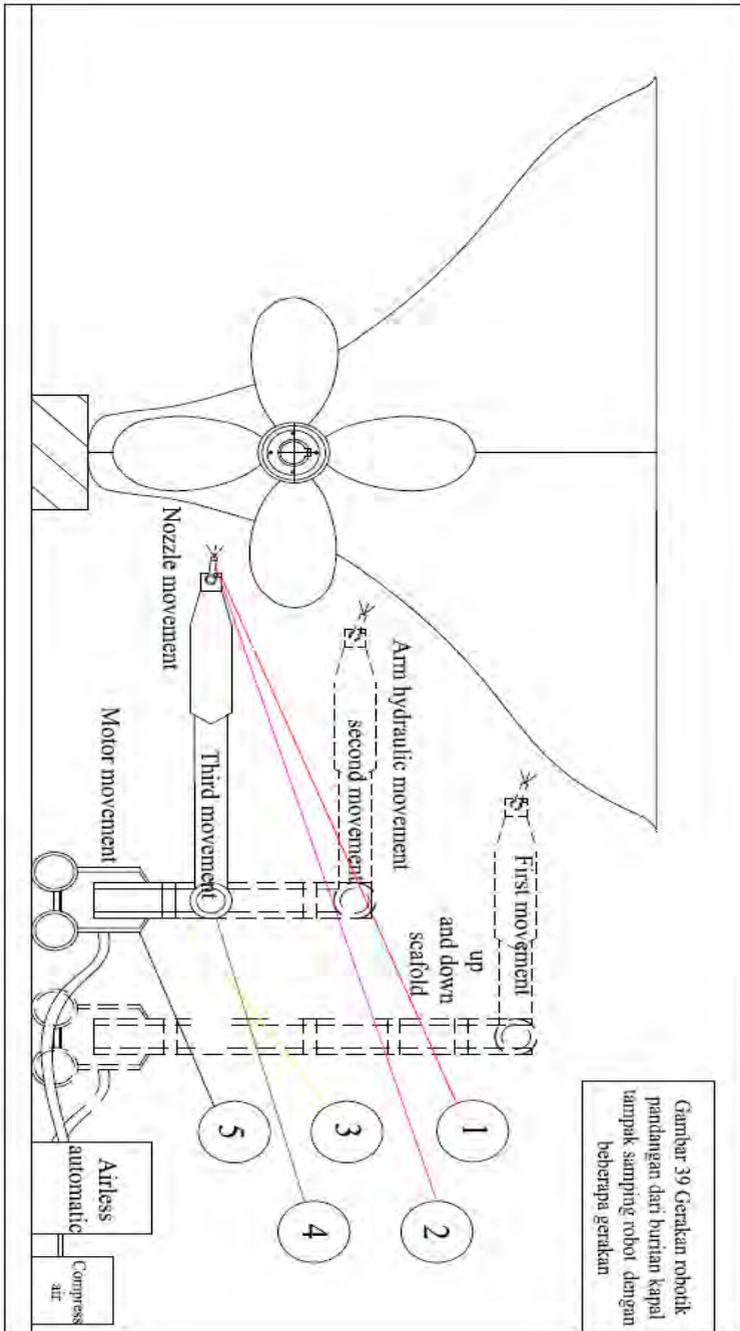
First Movement : gerakan awal dari robotik dengan beberapa koordinasi sebagai berikut.

- 1) Mekanisme airless automatic telah mencapai pada aliran *coating* yang siap dikeluarkan.
- 2) Kemudian mobile robot bergerak dari arah buritan menuju ke bagian haluan hingga jarak luasan section A.

- 3) Sensor membaca visual dan menggerakkan arm hidrolik menuju bagian paling atas dengan scaffold serta menentukan jarak, sudut, antara nozzle dan objek.
- 4) Sensor membaca arah luasan yang telah dilakukan dari hasil *coating* yang menuju ke haluan dengan pergerakan mobile robot.
- 5) Setelah tercukupi jarak pertama bagian atas luasan A kemudian dilanjutkan dengan pergerakan Second movement.

Second Movement : gerakan robotik setelah *coating* atas dengan luasan A terpenuhi.

- 1) Setelah pergerakan First movement terpenuhi maka selanjutnya sensor membaca overlapping dari pergerakan dan menggerakkan arm hidrolik ke bawah dengan overlapping 50 % dengan railway.
- 2) Pergerakan kemudian dilanjutkan menuju arah sebaliknya ke arah ujung buritan awal proses *coating* dari first movement.
- 3) Kedua gerakan ini terus secara berkelanjutan akan dilakukan hingga *coating* pada tiap tiap luasan telah dihitung telah terpenuhi.



Penjelasan dan keterangan Gambar 39 :

Keterangan :

- 1) Sensor robotik.
- 2) Scaffold pergerakan lengan hidrolik.
- 3) Nozle dengan lengan spherical.
- 4) Lengan hidrolik.
- 5) Mobile robotik dengan motor elektrik.

Penjelasan gerakan :

Terdapat 3 Gerakan yang ada pada gambar 39 yaitu :

1) *First Movement* 2) *Second Movement* 3) *Third movement* .

Dimana:

First Movement : gerakan awal dari robotik dengan beberapa koordinasi sebagai berikut.

- 1) Mekanisme airless automatic telah mencapai pada aliran *coating* yang siap dikeluarkan.
- 2) Sensor membaca jarak antara nozle dengan objek *coating*.
- 3) Kemudian mobile robot bergerak mendekati ke objek .
- 4) Sensor membaca bentuk dari objek *coating*.
- 5) Nozle dengan lengan spherical menentukan sudut nozle yang sesuai dengan bentuk objek.

- 6) Setelah tercukupi jarak pertama bagian atas luasan kemudian dilanjutkan dengan pergerakan *Second movement*.

Second Movement : gerakan robotik setelah *coating* atas dengan luasan atas terpenuhi.

- 1) Setelah pergerakan *First movement* terpenuhi maka selanjutnya sensor membaca overlapping dari pergerakan dan menggerakkan arm hidrolik ke bawah dengan *overlapping* 50 % dengan *scaffold*, selain itu juga mengarahkan mobile robotic movement mendekati objek.
- 2) Kemudian dengan arm hidrolik memanjang mendekati objek yang akan di *coating*.
- 3) Sensor membaca bentuk dari objek *coating*.
- 4) Nozle dengan lengan spherical menentukan sudut nozle yang sesuai dengan bentuk objek.
- 5) Setelah tercukupi jarak pertama bagian atas luasan kemudian dilanjutkan dengan pergerakan *Third movement*.
- 6) Pergerakan ini berlanjut terus menerus dengan penyesuaian bentuk objeknya hingga bagian terbawah.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan informasi yang didapatkan dari beberapa perusahaan, serta beberapa sumber kajian teknis. Maka dapat disimpulkan :

- 1) Konsep gerakan dengan automatic control untuk airless pada wahana gerakan mobile robotik merupakan konsep baru yang bisa menggantikan konsep konvensional. Dimana dapat membantu memudahkan dalam proses coating juga dapat menjaga kualitas coating. Terdapat ketentuan yang perlu dipenuhi dalam kriteria agar fungsi ini berfungsi dengan baik, yang utama adalah Kebutuhan spesifikasi nozzle yang berbeda tiap kebutuhan coating.

Tertera pada : Tabel 18 , Bab IV Analisa dan data.

Dari spesifikasi nozzle dan airless menjadi dua hal yang pokok dalam penentuan sistem *automatic airless* yang akan dirancang.

- 2) Adapun beberapa kajian karakteristik teknis mengenai sistem injeksi udara bertekanan untuk pengecatan / pelapisan (coating) lambung kapal yang dilakukan yaitu :
 - a) Kajian sistem konvensional dengan sistem injeksi udara bertekanan untuk pengecatan / pelapisan (coating) lambung kapal dari 2 produk perusahaan berbeda .Berupa kebutuhan airless pump dengan tekanan udara sebesar 5 bar yang diberikan dari udara dari kompresor didapatkan hasilnya:

Tertera pada : Tabel 20 , Bab IV Analisa dan data.

Beberapa hasil tersebut dapat menetapkan dalam variasi *airless pump* yang dipilih dari beberapa perusahaan yang menyediakan peralatan *airless pump*, seperti Graco ataupun kremlin untuk dapat memenuhi kebutuhan spesifikasi coating yang telah dipilih sebelumnya.

b) Analisa dan desain spesifikasi sistem injeksi udara bertekanan berdasarkan beberapa parameter – parameter yaitu :

1) Jenis cat / coating dan karakteristik.

Hempel :

Tertera pada : Tabel 5 , Bab IV Analisa dan data.

Tabel 6 , Bab IV Analisa dan data.

Tabel 7 , Bab IV Analisa dan data.

Jotun :

Tertera pada : Tabel 8 , Bab IV Analisa dan data.

Tabel 9 , Bab IV Analisa dan data.

Tabel 10 , Bab IV Analisa dan data.

Dari jenis *coating* yang ada dapat kita tentukan beberapa karakteristik dan kebutuhan – kebutuhan peralatan spesifikasi yang berkolerasi dengan kebutuhan udara bertekanan secara automatic serta konfigurasi awal perencanaan dari pergerakan robotik maupun kontrol dalam sistem automatic.

2) Control ketebalan (thickness control). DFT & WFT

Tertera pada : Tabel 17 , Bab IV Analisa dan data.

Pada *control* ketebalan ini kita dapat menentukan seberapa luas cakupan wilayah luas area coating pada suatu objek yaitu lambung kapal. Berapa liter kebutuhan dari coating tersebut serta pergerakan robotik yang dilakukan hingga dalam cakupan beberapa lapisan dari *coating* hingga tercapainya kebutuhan.

3) Konfigurasi dari diagram blok terdapat 2 macam diagram yaitu :

1) *Diagram Automatic.*

2) *Diagram Robotic.*

Dimana keduanya merupakan hasil dari perancangan awal dasar dari kebutuhan 3 hal penting yakni ; 1) *paint specification requirements*, 2) *airless methodology, mechanism, and requirements*, 3) *robotic movements requirements*. Dimana beberapa point ini dapat menjadi suatu referensi awal dalam pembuatan skematik diagram logika pada pergerakan robotik maupun mekanisme sistem *control automatic airless* yang menggantikan fungsi *operator manual coating*.

5.2 Saran/ Rekomendasi

Adapun beberapa saran/rekomondasi yang sesuai dengan skripsi ini yaitu :

1. Dibutuhkan pengkajian mendalam dalam proses robotik penggunaan setiap koordinasi logics dalam pergerakan dan pengendalian secara otomatis.
2. Dari penggambaran desain diagram robotik dapat di logika kedalam fungsi logika automatic dan robotic dengan software sehingga dapat menjadi acuan dasar untuk pergerakan dan kendali.
3. Dibutuhkan pengkajian lain pada bidang keselamatan dan kehandalan sebagai penunjang kebutuhan robot coating yang menjadi sebuah konsep yang baik dalam proses coating untuk mengurangi resiko dalam pekerja'an yang dilakukan di lapangan oleh pekerja.
4. Perlu diadakan kajian antara perusahaan coating yang telah mendapatkan kepercayaan dari banyak galangan, dengan perusahaan industri robotik mengenai hal ini secara mendalam. Sehingga dapat menjadi salah satu inovasi teknologi yang tepat guna diaplikasikan dalam dunia industri sekarang ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. Februari 2014. Jenis dan ragam cat kapal. Diakses di <URL:<http://marinepaints.wordpress.com/>.html> pada tanggal 15 Februari 2014.

Anonim. Januari 2014. *Rust Bullet Application Methods, Coating Failures & Preparation Rules*. Diakses di <URL: <http://www.pacificprotectivecoatings.net/>> pada tanggal 30 Januari 2014.

Anonim. Januari 2014. *Suction Cup Gun*. Diakses di <URL: <http://www.finishingbrands.com.au/faqs/>> pada tanggal 25 Januari 2014.

Anonim. Januari 2014. *Flow Cup Gun*. Diakses di <URL: <http://www.finishingbrands.com.au/faqs/>> pada tanggal 25 Januari 2014.

Anonim. Januari 2014. *Air gun and pressure tank*. Diakses di <URL:<http://www.finishingbrands.com.au/faqs>> pada tanggal 25 Januari 2014.

Anonim. Februari 2014. *Nozzle guide*. Diakses di <URL: <http://www.spray.com>> pada tanggal 11 Februari 2014.

Anonim. Februari 2014. *Nozzle guide*. Diakses di <URL:<http://staff.uny.ac.id/sites/default/diktat%20teknik%20pelapisan>>

Jotun marine coating technical data sheet 2014.

Jotun marine coating painting school 2014.

Jotun marine coating TDS marine update 2012.

Hempel marine coating product data 2005.

Hempel painting spec M271 271 Pertamina tanker 17500 dwt pt pal.

Hempel marine coating PCM, July 2002.

Nur Muhammad Irfan, Juli 2012. Kerja praktek PT. DPS Surabaya. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Graham C. Goodwin , Stefan F. Graebe, Mario E. Salgado , 2001. *Control System Design*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey America.

Howard L. Harrison, John G. Bollinger, March 1963. *Introduction to Automatic Controls* , The University of wisconsin, Pennsylvania America.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Banjarmasin, Kalimantan Selatan, pada tanggal 23 Oktober 1992 . Penulis merupakan anak terakhir dari empat bersaudara. Terlahir dengan nama Nur Muhammad Irfan dari pasangan Drs. Muhammad Al-kaff dan Anisah Al-habsyi . Riwayat pendidikan yang telah ditempuh adalah MI Malik Ibrahim Gresik, SMP N 2 Gresik, SMA N

1 Manyar Gresik. Setelah lulus dari jenjang SMA pada tahun 2010, penulis melanjutkan pendidikan formalnya ke jenjang Strata 1 (S1). Diterima di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember, melalui jalur PMDK Reguler, dengan Nomor Induk Pokok NRP. 4210100001. Penulis mengambil bidang Marine Machinery and System (MMS) sebagai keahlian bidang. Selama perkuliahan penulis aktif pada kegiatan akademis maupun non akademis. Di bidang akademis penulis aktif sebagai Asisten Laboratorium Mesin Fluida dan sistem pada tahun 2012-2014. Selain pada bidang akademik penulis juga aktif di berbagai kegiatan non akademik yakni menjabat sebagai ketua UKM Bahasa asing IFLS (2012-2013), serta sebagai sekertaris departemen minat bakat HIMASISKAL-FTK-ITS(2011-2012). Penulis pernah melakukan kerja praktek di PT Dok Perkapalan Surabaya, dan PT Meratus Line. Serta penulis juga aktif dalam beberapa kegiatan seminar, pelatihan maupun keilmiah, baik diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Sistem Perkapalan maupun di luar.

Nur Muhammad Irfan
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Irfan.alkaff23@gmail.com

Enclosure A-1

LAMPIRAN



Specification sheet

HEMPEL AS

Project: M271/272 PERTAMINA TANKER 17500 DWT at PT PAL

Area:
VERTICAL BOTTOM

Surface preparation:

Oil and grease etc. to be removed by emulsion cleaning. Entire area to be (high pressure) fresh water cleaned in order to remove salts and other contaminants. When the surface is dry. Abrasive blasting to minimum Sa 2½ according to ISO 8501-1:2007.

	Treated area %	Shade	Shade no.	Film thickness (micron)		Theoretical spreading rate (spr/ml)	Application methods			Recommended Nozzle orifice pressure
				Wet	Dry		Brush	Roller	Spray	
HEMPADUR QUATTRO	f/c 100	Red	50630	200	150	4.8	(X)	(X)	X	0.21"-0.25" 250 bar
HEMPADUR QUATTRO	f/c 100	Yellow	22090	200	150	4.8	(X)	(X)	X	0.21"-0.25" 250 bar
HEMPADUR	f/c 100	Yellowish grey	25150	175	75	6.1	(X)		X	0.23" 200 bar
HEMPEL'S AF GLOBIC NCT	f/c 100	Brown	62900	250	140	3.9	(X)		X	0.27"-0.31" 270 bar
HEMPEL'S AF GLOBIC NCT	f/c 100	Red	58000	250	140	3.9	(X)		X	0.27"-0.31" 270 bar
Total d.f.t.					655				X: Recommended (X): Possible	

Remarks and Product Information see next page.

Hempel's PreSale System 28 (7) (Date: 7/5)

Printed at: 23.04.2012 11:12 User name: Technical Services Department Quality Code: Immersion
 Department name: TSD Environment:
 Created last modified: 23.04.2012 11:08 ID:TSO452L Page: 3





Product Data

HEMPADUR QUATTRO 17634

17634: BASE 17636: CURING AGENT 97334

Description:	HEMPADUR QUATTRO 17634 is a two-component universal epoxy paint, which cures to a hard and tough coating with good resistance to abrasion, seawater and various oils.
Recommended use:	As a universal epoxy and self-primed high performance coating system for atmospheric or in-water service, including water ballast tanks and cargo oil tanks to be coated according to IMO-PSPC requirements (Resolutions MSC.215(82) and MSC.288(87)). HEMPADUR QUATTRO 17634 is intended for all year application down to -10°C/15°F and for in-shop applications where fast recoating and handling is required.
Features:	Excellent anticorrosive and very good mechanical properties. Short drying time. Curing down to -10°C/14°F.
Service temperature:	Maximum, dry exposure only: 120°C/248°F Ballast water service. Resists normal ambient temperatures at sea (Avoid long-term exposure to negative temperature gradients). Other liquids: Contact HEMPEL.
Certificates/Approvals:	PSPC type approved. (Consult HEMPEL for specific Type Approval Certificates) Complies with Section 175.300 of the Code of Federal Regulations Title 21 – Dry Foodstuff. Consult Hempel for details. Tested for non-contamination of grain cargo at the Newcastle Occupational Health & Hygiene, Great Britain. Approved as a low flame spread material when used as part of a predefined paint system. Please refer to "Declaration of Conformity" on www.Hempel.com for further details. Part of Group Assortment. Local availability subject to confirmation.
Availability:	

PHYSICAL CONSTANTS:

Shade nos/Colours:	50630 ¹ / Red
Finish:	Semi-flat
Volume solids, %:	72 ± 1
Theoretical spreading rate:	5.8 m ² /l [232.8 sq.ft./US gallon] - 125 micron/5 mils
Flash point:	27 °C [80.8 °F]
Specific gravity:	1.4 kg/litre [11.6 lbs/US gallon]
Dry to touch:	4 approx. hour(s) 20°C/68°F 9 (approx.) hour(s) 5°C/41°F
Fully cured:	7 day(s) 20°C/68°F 20 day(s) 5°C/41°F
VOC content:	278 g/l [2.3 lbs/US gallon] ¹ Other shades according to assortment list.

The physical constants stated are nominal data according to the HEMPEL Group's approved formulas.

APPLICATION DETAILS:

Version, mixed product:	17634
Mixing ratio:	BASE 17636: CURING AGENT 97334 4:1 by volume
Application method:	Airless spray / Brush
Thinner (max.vol.):	08450 (5%) / 08450 (5%)
Pot life (Airless spray):	2 hour(s) 20°C/68°F
Pot life (Brush):	2 hour(s) 20°C/68°F
Induction time:	- see REMARKS overleaf
Nozzle orifice:	0.021 - 0.025 "
Nozzle pressure:	250 bar [3625 psi] (Airless spray data are indicative and subject to adjustment)
Cleaning of tools:	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99010
Indicated film thickness, dry:	125 micron [5 mils]
Indicated film thickness, wet:	175 micron [7 mils]
Overcoat interval, min:	see REMARKS overleaf
Overcoat interval, max:	see REMARKS overleaf
Safety:	Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations.

A-4 Enclosure



Product Data

HEMPADUR® 45182

CURING AGENT 98180

Description:	HEMPADUR 45182 is a two-component, low-temperature curing, modified polyamide adduct cured epoxy.
Recommended use:	For marine and protective use as a "tie coat" ("tack coat") between epoxy and physically drying coatings. For marine use also as a "sealer" of old antifouling.
Service temperatures:	Maximum, dry exposure only: 80°C/176°F
Availability:	Part of Group Assortment. Local availability subject to confirmation.
PHYSICAL CONSTANTS:	
Colours/Shade nos.:	Yellowish grey/25150
Finish:	Flat
Volume solids, %:	46 ± 1
Theoretical spreading rate:	4.6 m ² /litre - 100 micron 184 sq.ft./US gallon - 4 mils
Flash point:	23°C/73°F
Specific gravity:	1.3 kg/litre - 10.8 lbs/US gallon
Dry to touch:	6 (approx.) hours at 20°C/68°F
Fully cured:	7 days at 20°C/68°F
V.O.C.:	490 g/litre - 4.1 lbs/US gallon

The physical constants stated are nominal data according to the HEMPEL Group's approved formulas. They are subject to normal manufacturing tolerances and where stated, being standard deviation according to ISO 3534-1.

APPLICATION DETAILS:

Application method:	Airless spray (see REMARKS overleaf)
Thinner (max. vol.):	08080 (5%)
Nozzle orifice:	.027"-.031"
Nozzle pressure:	270 bar/4000 psi (Airless spray data are indicative and subject to adjustment)
Cleaning of tools:	THINNER 08080
Indicated film thickness, dry:	100 micron/4 mils (see REMARKS overleaf)
Indicated film thickness, wet:	200 micron/8 mils
Recoat interval:	As per painting specification

Safety: Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Material Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations. Avoid inhalation, avoid contact with skin and eyes, and do not swallow. Take precautions against possible risks of fire or explosions as well as protection of the environment. Apply only in well ventilated areas.

This Product Data Sheet supersedes those previously issued.
For explanations, definitions and scope, see "Explanatory Notes" in the HEMPEL Book.
Data, specifications, directions and recommendations given in this data sheet represent only test results or experience obtained under controlled or specially defined circumstances. Their accuracy, completeness or appropriateness under the actual conditions of any intended use of the Products herein must be determined exclusively by the Buyer and/or User.
The Products are supplied and all technical assistance is given subject to HEMPEL's GENERAL CONDITIONS OF SALES, DELIVERY AND SERVICE, unless otherwise expressly agreed in writing. The Manufacturer and Seller disclaim, and Buyer and/or User waive all claims involving, any liability, including but not limited to negligence, except as expressed in said GENERAL CONDITIONS for all results, injury or direct or consequential losses or damages arising from the use of the Products as recommended above, on the overleaf or otherwise.

HEMPEL
Product Data Sheet



Product Data

HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC® NCT 8190M

Description:	HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC NCT 8190M is a high solids, self-smoothing and self-polishing antifouling. It is based on nanocapsule acrylate binder technology. Self-polishing is controlled by sea waters interaction with the core-shell structure of the nanocapsules. An inorganic fibre reinforcement ensures mechanical strength. A powerful bioactive mixture and its self-renewing effect makes it suitable for protection in the severe fouling conditions of coastal waters. This product does not contain organotin compounds acting as biocides and complies with the International Convention on the Control of Harmful Antifouling Systems on Ships as adopted by IMO October 2001 (IMO document AFS/CONF/26).
Recommended use:	As an antifouling for bottom and boottop on vessels operating in coastal trade at low to medium speeds and low to medium activity. HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC NCT 8190M is especially developed for maintenance and repair. Aluminium hulls; see REMARKS overleaf.
Availability:	Part of Group Assortment. Local availability subject to confirmation.
PHYSICAL CONSTANTS:	
Colours/Shade nos.:	Brown 62900/Red 58000
Finish:	Flat
Volume solids, %:	52 ± 1
Theoretical spreading rate:	5,2 m ² /litre - 100 micron 209 sq.ft./US gallon - 4 mils
Flash point:	27°C/81°F
Specific gravity:	1,8 kg/litre - 15,0 lbs/US gallon
Dry to touch:	4-5 hours at 20°C/68°F
V.O.C.:	430 g/litre - 3.6 lbs/US gallon
APPLICATION DETAILS:	
Mixing ratio for 45182:	Base 45187 : Curing agent 98180 4 : 1 by volume
Application method:	Airless spray Brush (touch up)
Thinner (max.vol.):	08450 (5%) 08450 (5%)
Pot life:	3 hours (20°C/68°F)
Nozzle orifice:	.023"
Nozzle pressure:	200 bar/2900 psi (Airless spray data are indicative and subject to adjustment)
Cleaning of tools:	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610
Indicated film thickness, dry:	100 micron/4 mils (see REMARKS overleaf)
Indicated film thickness, wet:	225 micron/9 mils
Recoat interval, min:	6 hours (20°C/68°F)
Recoat interval, max:	Antifouling: 5 days (20°C/68°F) Other topcoats, for areas above water: according to separate painting specification.
Safety:	Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Material Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations. Avoid inhalation, avoid contact with skin and eyes, and do not swallow. Take precautions against possible risks of fire or explosions as well as protection of the environment. Apply only in well ventilated areas.

Technical Data

Jotamastic 80



Jotun Protects Property

Product description

Jotamastic 80 is a two-pack, surface-tolerant, high solids epoxy mastic coating which can be applied in low film thickness. Available with different hardeners for varying substrate temperatures, Standard (Std) and Wintergrade (WG).

Recommended use

Anticorrosive coating for steel structures above and below water (aluminium versions for use below water), also on steel where blast cleaning may not be possible or desired.

Film thickness and spreading rate

Std Comp. B	Minimum	Maximum	Typical
Film thickness, dry (µm)	75	200	100
Film thickness, wet (µm)	95	250	125
Theoretical spreading rate (m ² /l)	10,6	4	8

WG Comp. B	Minimum	Maximum	Typical
Film thickness, dry (µm)	75	200	100
Film thickness, wet (µm)	105	280	140
Theoretical spreading rate (m ² /l)	9,6	3,6	7,2

Physical properties

Colour	Aluminium, Aluminium Red toned, Grey, Red, Green, Off-white, Black
Solids (vol %)*	80 ± 2 Std Comp. B 72 ± 2 WG Comp. B
Flash point	Std Comp. B: 35°C ± 2 (Setaflash) WG Comp. B: 31°C ± 2 (Setaflash)
VOC	Std Comp. B 145 gms/ltr UK-PG6/23(67). Appendix 3 WG Comp. B 210 gms/ltr UK-PG6/23(67). Appendix 3
Gloss	Semigloss
Gloss retention	Fair
Water resistance	Very good
Abrasion resistance	Very good
Solvent resistance	Good
Chemical resistance	Good
Flexibility	Good

*Measured according to ISO 3233:1998 (E)

Technical Data

Penguard FC



Product description

Penguard FC is a high build, two component polyamide cured epoxy coating. This product is tintable in a wide range of colours in Jotuns Multicolour Industry system.

Recommended use

Penguard FC is an epoxy finish coat to be used when cosmetic appearance of an epoxy finish is acceptable. It can also be used as an anti corrosive primer in mild to medium environment for steel and concrete above water areas or as an intermediate coat in more corrosive environment.

Film thickness and spreading rate

	Minimum	Maximum	Typical
Film thickness, dry (μm)	80	200	100
Film thickness, wet (μm)	130	320	180
Theoretical spreading rate (m^2/l)	7,8	3,1	6,2

Comments

For application below typical film thickness, 160 microns WFT, up to 5% thinning may be needed to obtain proper flow and film forming.

Physical properties

Colour	Selected colours over Multicolour tinting system (MCI)
Solids (vol %)*	62 \pm 2
Flash point	28°C \pm 2 (Setaflash)
VOC	310 gms/ltr UK-PG6/23(97), Appendix 3
Gloss	Semigloss
Gloss retention	Fair
Water resistance	Very good
Abrasion resistance	Very good
Solvent resistance	Very good
Chemical resistance	Very good
Flexibility	Good

*Measured according to ISO 3233:1998 (E)

Technical Data SeaQuantum Plus



Product description

SeaQuantum Plus is a high performance self-polishing and self-smoothening antifouling coating, based on a hydrolysing organosilyl polymer as binder. This binder dissolves in seawater at a rate permitting the continuous exposure of fresh antifouling.

IMO Anti-fouling System Convention compliant (AFS/CONF/26).

Recommended use

As an antifouling coating for newbuildings and major refurbishment, for boot top, side- and flatbottom areas on vessels operating at medium/high speed with drydocking intervals up to 60 months.

Film thickness and spreading rate

	Minimum	Maximum
Film thickness, dry (μm)	75	150
Film thickness, wet (μm)	160	320
Theoretical spreading rate (m^2/l)	6,2	3,1

Comments

Hong Kong rules: Category of paints - Antifouling coatings; VOC 470 gms/ltr HK EPD method (Ready to use); Exempt compound - N/A; Specific gravity: 1,76;

Both VOC and Specific gravity values provided are typical values, subject to changes when different colour involved.

Physical properties

Colour	Dark Red, Light Red
Solids (vol %)*	47 \pm 2
Flash point	25 \pm 2 (Setaflash)
VOC	3,82 lbs/gal (470 gms/ltr) USA-EPA Method 24 460 gms/ltr UK-PG6/23(87), Appendix 3

*Measured according to ISO 3233:1998 (E)



Product Data

HEMPADUR QUATTRO 17634

17634: BASE 17636: CURING AGENT 97334

APPLICATION DETAILS:

Version, mixed product:

17634

Mixing ratio:

BASE 17636: CURING AGENT 97334

4:1 by volume

Application method:

Airless spray / Brush

Thinner (max.vol.):

08450 (5%) / 08450 (5%)

Pot life (Airless spray):

2 hour(s) 20°C/68°F

Pot life (Brush):

2 hour(s) 20°C/68°F

Induction time:

- see REMARKS overleaf

Nozzle orifice:

0.021 - 0.025 "

Nozzle pressure:

250 bar [3625 psi]

(Airless spray data are indicative and subject to adjustment)

Cleaning of tools:

HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610

Indicated film thickness, dry:

125 micron [5 mils]

Indicated film thickness, wet:

175 micron [7 mils]

Overcoat interval, min:

see REMARKS overleaf

Overcoat interval, max:

see REMARKS overleaf

Safety:

Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations.

HEMPEL
Product Data Sheet

A-10 Enclosure



Product Data

HEMPADUR® 45182

CURING AGENT 98180

APPLICATION DETAILS:

Mixing ratio for 45182:	Base 45187 : Curing agent 98180 4 : 1 by volume
Application method:	Airless spray Brush (touch up)
Thinner (max.vol.):	08450 (5%) 08450 (5%)
Pot life:	3 hours (20°C/68°F)
Nozzle orifice:	.023"
Nozzle pressure:	200 bar/2900 psi <i>(Airless spray data are indicative and subject to adjustment)</i>
Cleaning of tools:	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610
Indicated film thickness, dry:	100 micron/4 mils <i>(see REMARKS overleaf)</i>
Indicated film thickness, wet:	225 micron/9 mils
Recoat interval, min:	6 hours (20°C/68°F)
Recoat interval, max:	Antifoulings: 5 days (20°C/68°F) Other topcoats, for areas above water: according to separate painting specification.

Safety:

Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Material Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations. Avoid inhalation, avoid contact with skin and eyes, and do not swallow. Take precautions against possible risks of fire or explosions as well as protection of the environment. Apply only in well ventilated areas.



Product Data

HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC® NCT 8190M

APPLICATION DETAILS:

Application method:	Airless spray (see REMARKS overleaf)
Thinner (max. vol.):	08080 (5%)
Nozzle orifice:	.027"-.031"
Nozzle pressure:	270 bar/4000 psi (Airless spray data are indicative and subject to adjustment)
Cleaning of tools:	THINNER 08080
Indicated film thickness, dry:	100 micron/4 mils (see REMARKS overleaf)
Indicated film thickness, wet:	200 micron/8 mils
Recoat interval:	As per painting specification

Safety:

Handle with care. Before and during use, observe all safety labels on packaging and paint containers, consult HEMPEL Material Safety Data Sheets and follow all local or national safety regulations. Avoid inhalation, avoid contact with skin and eyes, and do not swallow. Take precautions against possible risks of fire or explosions as well as protection of the environment. Apply only in well ventilated areas.

Technical Data Jotamastic 80



Jotun Products Property

Application data

Mixing ratio (volume)	Std Comp. B: 7:1 WG Comp. B: 4:1
Mixing	7 parts by volume Comp. A (Base) to 1 part Jotamastic 80, Std Comp B (curing agent) 4 parts by volume Comp. A (Base) to 1 part Jotamastic 80, WG Comp B (curing agent)
Induction time	10 minutes.
Pot life (23°C)	Std Comp. B: 2 hours WG Comp. B: 1 hour
Thinner/Cleaner	Jotun Thinner No. 17
Guiding data airless spray	
Pressure at nozzle	15 MPa (150 kp/cm ² , 2100 psi).
Nozzle tip	0.43 - 0.58 mm (0,017 - 0,023")
Spray angle	40 - 80°
Filter	Check to ensure that the filters are clean
Note	<p>* The temperature of the mixture of base and curing agent is recommended to be at least 15°C, otherwise extra solvent may be required to obtain correct viscosity.</p> <p>* Too much solvent results in lower sag resistance and slower cure.</p> <p>* If extra solvent is necessary, this should be added after mixing of the two components.</p> <p>Due to local legislation, the standard hardener may be supplied as either STD or SD versions.</p>

Technical Data Penguard FC



Application methods

Spray	Use airless spray
Brush	Recommended for stripe coating and small areas, care must be taken to achieve the specified dry film thickness.
Roller	Use a suitable roller. However when using roller application care must be taken to apply sufficient material in order to achieve the specified dry film thickness.

Application data

Mixing ratio (volume)	4:1
Mixing	4 parts Comp. A (base) to be mixed thoroughly with 1 part Comp. B (curing agent) 15 minutes prior to use.
Pot life (23°C)	2 hours. (Reduced at higher temp.)
Thinner/Cleaner	Jotun Thinner No. 17
Guiding data airless spray	
Pressure at nozzle	15 MPa (150 kp/cm ² , 2100 psi.)
Nozzle tip	0.46 - 0.69 mm (0.018-0.027")
Spray angle	40 - 80°
Filter	Check to ensure that filters are clean.

A-14 Enclosure

Technical Data SeaQuantum Plus



Application methods

Spray	Use airless spray
Brush	May be used but care must be taken to achieve the specified dry film thickness.
Roller	May be used. However when using roller application care must be taken to apply sufficient material in order to achieve the specified dry film thickness.

Application data

Mixing ratio (volume)	Single pack.
Mixing	Always to be mixed thoroughly with a power agitator before application
Thinner/Cleaner	Jotun Thinner No. 7
Guiding data airless spray	
Pressure at nozzle	15 MPa (150 kp/cm ² , 2100 psi).
Nozzle tip	0.53 - 0.78 mm (0.021 - 0.031").
Spray angle	65 - 80°
Filter	Check to ensure that filters are clean.

Enclosure B-1

LAMPIRAN



Selection Guide

- *AIRMIX® and AIRLESS manual spray equipment*
- *Hot spraying*

AIRLESS PUMP 40.50 - STAINLESS STEEL

Ideal for feeding two guns

FEATURES

Simple design, reduced number of spare parts

Large diameter suction rod and high compression ratio

BENEFITS

Easy maintenance

Use with a large number of materials

SPECIFICATIONS

Pressure ratio		40/1
Fluid volume per cycle (cm ³)		100
Number of cycles per litre of products		10
Fluid Output at 30 cycles/mn (l/mn)		3
Free flow rate (L/mn)		6
Air consumption (m ³ /h) at 30 cycles/mn at 4 bar		43,2
Maximum air inlet pressure (bar)		6
Maximum fluid pressure (bar)		240
Maximum Fluid Temperature (°C)		60
Sound level (dBA)		80
Sealing Packings	Upper sealing	Polyfluid + PTFE G
	Lower sealing	GT sealing
Wetted parts		Stainless steel
Weight (kg) - wall-mounted		22
Height (cm)		80
Width (cm)		40
Depth (cm)		28



AIRLESS 53.60 UNIT STAINLESS-STEEL

AIRLESS unit especially designed for industrial coating applications. Ideal for feeding two guns

FEATURES	BENEFITS
Cart-mounted pump	Can be used in most industrial areas
Rugged design	Adapted for construction sites
All stainless steel construction	Compatible with water-based materials
Simple design, reduced number of spare parts	Easy maintenance
Large diameter suction rod and high compression ratio	Use with a large number of materials

SPECIFICATIONS		
Pressure ratio		53/1
Fluid volume per cycle (cm ³)		124
Number of cycles per litre of products		8
Fluid Output at 30 cycles/min (l/min)		3.7
Free flow rate (L/min)		7.4
Air consumption (m ³ /h) at 30 cycles/min at 4 bar		71
Maximum air inlet pressure (bar)		8
Maximum fluid pressure (bar)		318
Maximum Fluid Temperature (°C)		60
Sound level (dBA)		72
Sealing Packings	Upper sealing	Leather/PE
	Lower sealing	Leather/PE
Wetted parts		Stainless steel
Weight (kg)		90
Height (cm)		130
Width (cm)		74
Depth (cm)		83



FLOWMAX® 34.A2 PUMP

Unique design with external valves for an easy maintenance. Flowmax® technology ensures total sealing. Quick inversion of this pump allows for a perfectly stable fan shape at the gun. Performance, extended lifetime, reliability.

FEATURES	BENEFITS
External valves assembly	Easy maintenance
Floating piston	Fast inversions and very high efficiency
Sealing done by one bellow	High reliability No more lubricant cups No fluid leakages Total sealing between pump and its environment, ideal to work with isocyanates catalysts Ideal for UV and pre-catalyzed materials
Large and smooth fluid passages	Fluid discharge without retention of a wide range of coating materials
All stainless steel construction	Compatible with water-based materials
Balanced fluid section	Constant fluid output pressure

SPECIFICATIONS		
Pressure ratio		34/1
Fluid volume per cycle (cm ³)		60
Number of cycles per litre of products		16
Fluid Output at 30 cycles/mm (l/min)		1,8
Air consumption (m ³ /h) at 30 cycles/mm at 4 bar		22
Free flow rate (L/min)		3,6
Maximum air inlet pressure (bar)		6
Maximum fluid pressure (bar)		200
Maximum Fluid Temperature (°C)		50
Sound level (dBA)		71
Sealing packing	Bellows	Polyethylene
	Upper and lower	GT Polyethylene
Wetted parts		Stainless steel
Weight (kg) - wall-mounted		26,5
Height (cm)		61
Width (cm)		41
Depth (cm)		25



PROTECTIVE COATINGS EQUIPMENT

buyer's guide and specifications



- *Applicators*
- *Pumps and Packages*
- *Proportioners*



PROVEN QUALITY. LEADING TECHNOLOGY.



King[®] 45:1, 56:1, 68:1, & 80:1

Air-Operated Piston Pumps and Airless Packages

Features and Benefits

- Longer life packings and displacement rods reduce pump downtime and lowers maintenance costs
- Easy to service Xtreme lower cuts labor time in half
- Superior performance with the highest viscosity coatings
- Long-life King air motor keeps maintenance costs low

Typical Applications

- Marine and ship building
- Off-shore oil platform production
- Railcar manufacturing and repair
- Nuclear and conventional power facilities
- Container manufacturing
- Bridge maintenance and new construction
- Structural steel and corrosion protection

Typical Coatings Applied

- High to ultra-high viscosity coatings
- Plural component coatings
- High-solids epoxy primers and coatings
- High-solids polyurethane top coatings
- Coal tar epoxy primers
- Waterborne coatings
- Fire retardant coatings
- Tank and pipe linings
- PVC auto body sealers and underbody coatings



King 56:1
Heavy-Duty Cart-Mount
Bare Package
244482

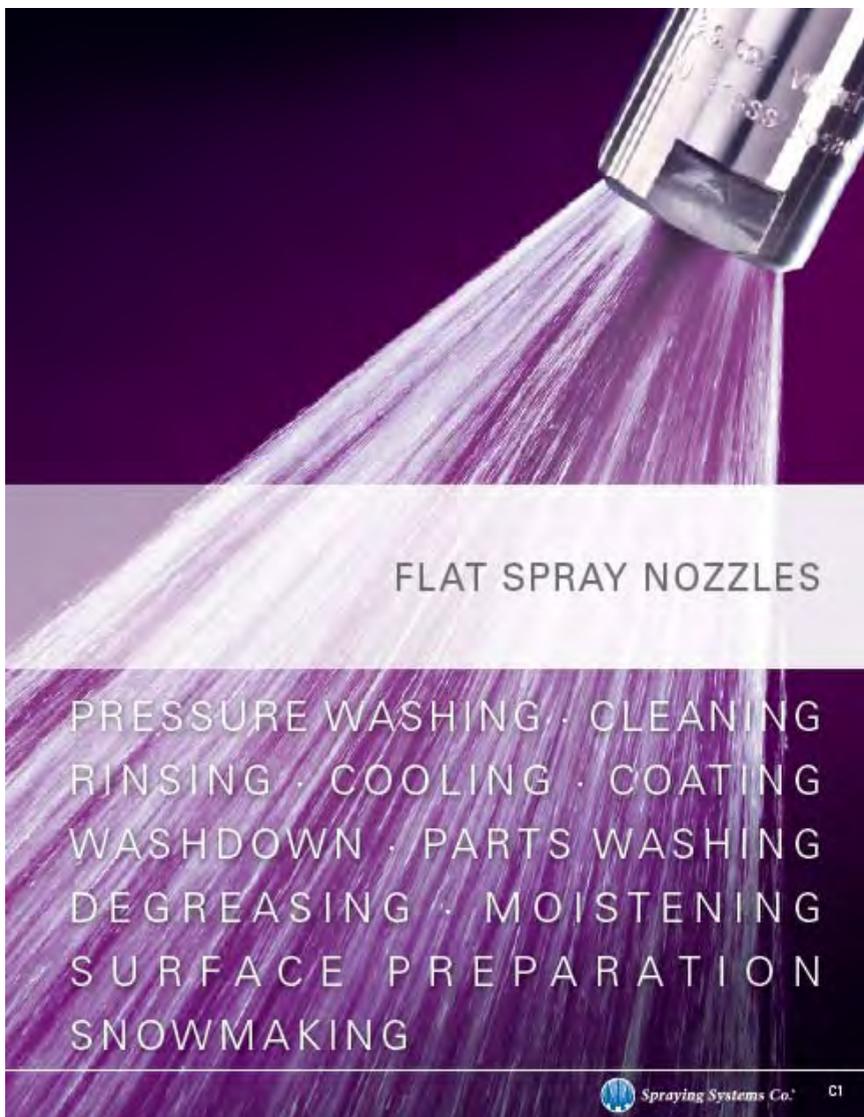
B-8 Enclosure

Technical Specifications

	King 45:1	King 56:1	King 68:1	King 80:1
Fluid pressure ratio				
Maximum fluid outlet pressure	4500 psi (310 bar, 31.0 MPa)	5600 psi (396 bar, 38.6 MPa)	6800 psi (469 bar, 46.9 MPa)	7400 psi (510 bar, 51.0 MPa)
Maximum air input pressure	100 psi (7 bar, 0.7 MPa)	100 psi (7 bar, 0.7 MPa)	100 psi (7 bar, 0.7 MPa)	88 psi (6 bar, 0.6 MPa)
Fluid flow @ 60 cpm	4.0 gpm (15.0 lpm)	3.5 gpm (13.2 lpm)	2.8 gpm (10.8 lpm)	2.3 gpm (8.7 lpm)
Volume per cycle	9 oz. (250 cc)	7 oz. (220 cc)	6 oz. (180 cc)	5 oz. (145 cc)
Air consumption @100 psi (7 bar, 0.7 MPa) air @ 20 cpm	70 scfm (1.98 m ³ /min)	70 scfm (1.98 m ³ /min)	70 scfm (1.98 m ³ /min)	70 scfm (1.98 m ³ /min)
Sound pressure level @100 psi (7 bar, 0.7 MPa) air @ 20 cpm	98 dBA Standard Motor	98 dBA Standard Motor	98 dBA Standard Motor	98 dBA Standard Motor
	93 dBA Quiet Motor	93 dBA Quiet Motor	93 dBA Quiet Motor	93 dBA Quiet Motor
Air motor inlet	3/4 npsm(f)	3/4 npsm(f)	3/4 npsm(f)	3/4 npsm(f)
Pump fluid inlet	1-1/4 npt(m)	1-1/4 npt(m) Xtreme	1-1/4 npt(m) Xtreme	1-1/4 npt(m)
		2 npt(f) Dura-Flo	1-1/2 npt(f) Dura-Flo	
Pump fluid outlet	(2) 1/2 npt(m) Xtreme Built-In Filter	(2) 1/2 npt(m) Xtreme Built-In Filter	(2) 1/2 npt(m) Xtreme Built-In Filter	(2) 1/2 npt(m) Xtreme Built-In Filter
	1 npt(f) Xtreme Standard	1 npt(f) Xtreme Standard	3/4 npt(f) Xtreme/Dura-Flo	3/4 npt(f) Xtreme Standard
Weight	126 lbs. (57 kg) Xtreme Bare Pump	128 lbs. (58 kg) Xtreme Bare Pump	122 lbs. (55.2 kg) Xtreme Bare Pump	121 lbs. (55 kg) Xtreme Bare Pump
		138 lbs. (62.6 kg) Dura-Flo Bare Pump	132 lbs. (60 kg) Dura-Flo Bare Pump	
	254.1 lbs. (115.2 kg) Xtreme Heavy-Duty Cart-Mount	259.0 lbs. (117.4 kg) Xtreme Heavy-Duty Cart-Mount	252.5 lbs. (114.5 kg) Xtreme Heavy-Duty Cart-Mount	252.6 lbs. (114.5 kg) Xtreme Heavy-Duty Cart-Mount
	222.0 lbs. (100.7 kg) Xtreme Quiet Lightweight Cart-Mount	206.7 lbs. (121.8 kg) Xtreme Quiet Heavy-Duty Cart-Mount	262.2 lbs. (118.9 kg) Xtreme Quiet Heavy-Duty Cart-Mount	262.3 lbs. (118.9 kg) Xtreme Quiet Heavy-Duty Cart-Mount
	212.3 lbs (96.3 kg) Xtreme Lightweight Cart-Mount	217.2 lbs. (98.5 kg) Xtreme Lightweight Cart-Mount	210.7 lbs. (95.6 kg) Xtreme Lightweight Cart-Mount	210.8 lbs. (95.6 kg) Xtreme Lightweight Cart-Mount
		226.9 lbs. (102.9 kg) Xtreme Quiet Lightweight Cart-Mount	220.4 lbs. (100 kg) Xtreme Quiet Lightweight Cart-Mount	220.5 lbs. (100 kg) Xtreme Quiet Lightweight Cart-Mount
Instruction manual	309340 Xtreme	309340 Xtreme	309340 Xtreme	309340 Xtreme
		308354 Dura-Flo	308418 Dura-Flo	

Enclosure C-1

LAMPIRAN



**FLAT SPRAY NOZZLES
INTRODUCTION**



**MORE SIZES AND OPTIONS
THAN ANY OTHER SUPPLIER**

Styles:

- Conventional
- Quick-connect

Spray patterns:

- Standard
- Wide angle
- Narrow angle

Spray angles: 0° (solid stream) to 170°

Flow rate range: .003 to 1237 gpm (0.13 to 4720 lpm)

Operating pressure range: up to 4000 psi (275 bar)

Connections:

- 1/8" to 2" pipe sizes
- Female and male NPT and BSPT

Materials:

- Brass
- Mild steel
- 303 stainless steel
- 316 stainless steel
- 400 series stainless steel
- Polyvinyl chloride
- Hardened stainless steel
- ProMax®
- Other specialty materials available

See Trademark Registration and Ownership, page F-1.

OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF VEEJET® NOZZLES:

Accurately control spray line pressure with piston-type pressure relief valves. Minimize liquid waste caused by excessive pressure by bypassing excess liquid back to the liquid source or pump inlet. See page F31



Use adjustable ball fittings for quick positioning of spray tips. Tips can be adjusted within a 50° included angle. Locking screws maintain nozzle position even when jarred or subject to vibration. See page F23



Minimize clogging in UniJet® nozzles by trapping larger particles and preventing debris from entering the orifice by using strainers. Available in a wide range of materials and mesh sizes. See page F16



C-4 Enclosure

**FLAT
SPRAY**

VEEJET® NOZZLES

S STANDARD ANGLE SPRAY

OVERVIEW: VEEJET H AND U

- Flat spray nozzles are ideal for use in spray headers or manifolds. They produce a fan-type, tapered-edge spray pattern to ensure even coverage when multiple nozzles are used in a series.
- Solid stream (0° spray angle) available to achieve highest impact of any nozzle type
- Consistent performance over the industry's largest range of flow rates and pressures
- Some models feature an integral strainer
- High pressure/high impact versions available
- Quick-connect versions available to speed maintenance and installation



VeeJet H and U Nozzles
As the liquid exits through the sharp V shape out of the orifice, it forms into a flat spray pattern. The distribution is tapered from the center of the spray.

VEEJET H AND U NOZZLES

- Flat fan type, tapered edge spray pattern
- One-piece design
- Spray angles from 0° to 110°
- Uniform spray distribution with flow rates from .012 to 1227 gpm (.047 to 4720 lpm)
- Operating pressures up to 500 psi (35 bar)

S



H-U
1/8" to 3/4" male conn.
Flow rates of 1 gpm and greater at 40 psi
(3.8 lpm and greater at 2.8 bar)

S



H-VV and H-VVL
1/8" to 1/4" male conn.
Flow rates below 1 gpm at 40 psi
(3.8 lpm at 2.8 bar)
H-VVL includes integral strainer

S



VEEJET H AND U OPTIONS

S



H-DT
1/8" to 1/4" female conn.
Flow rates below 1 gpm at 40 psi
(3.8 lpm at 2.8 bar)

S



H-DU
1/8" to 1/4" female conn.
Flow rates of 1 gpm and greater at 40 psi
(3.8 lpm and greater at 2.8 bar)

S



U
1" to 2" male conn.
Flow rates of 40 gpm and greater at 40 psi
(151 lpm and greater at 2.8 bar)

RELATIVE DROP SIZE IN MICRONS

10 to 100

100 to 500

500 to 1000

1000 to 5000

Drop size will vary based on flow rate and pressure.

S PERFORMANCE DATA:
STANDARD ANGLE SPRAY

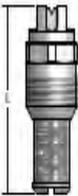
Spray Angle at 40 psi	Nozzle Type/ Inlet Conn. (in.)						Capacity Size	Equiv. Orifice Dia. (in.)	Flow Rate Capacity (gallons per minute)												Spray Angle (°)			
	H-VV		H-WL		H-OT				5 psi	10 psi	20 psi	40 psi	80 psi	100 psi	200 psi	300 psi	500 psi	20 psi	40 psi	80 psi	200 psi			
	1/8	1/4	1/8	1/4	1/8	1/4																		
73°	•	•	•	•	•		0077	.023	—	.039	.055	.077	.11	.12	.17	.21	.27	53	73	86	92			
	•	•	•	•			0154	.032	.054	.077	.11	.15	.22	.24	.34	.42	.54	55	73	84	88			
		•		•			0231	.038	.082	.12	.16	.23	.33	.37	.52	.63	.82	56	73	83	87			
	•	•	•	•			0308	.044	.11	.15	.22	.31	.44	.49	.69	.84	1.1	58	73	82	86			
		•		•			0462	.054	.16	.23	.33	.46	.65	.73	1.0	1.3	1.6	60	73	80	84			
	•		•				0770	.069	.27	.39	.54	.77	1.1	1.2	1.7	2.1	2.7	64	73	77	82			
65°	•		•				0017	.011	—	—	.012	.017	.024	.027	.038	.047	.06	44	65	77	86			
	•		•				0033	.015	—	—	.023	.033	.047	.052	.07	.09	.12	47	65	76	83			
	•	•	•	•	•		0067	.021	—	.033	.05	.067	.09	.11	.15	.18	.24	50	65	75	81			
	•	•	•	•	•	•	01	.026	—	.05	.07	.10	.14	.16	.22	.27	.35	51	65	74	80			
	•	•	•	•			015	.032	—	.06	.11	.15	.21	.24	.34	.41	.53	51	65	74	80			
	•	•	•	•	•	•	02	.035	.07	.10	.14	.20	.28	.32	.45	.55	.71	52	65	73	79			
	•		•				025	.039	.09	.13	.18	.25	.35	.40	.56	.68	.88	52	65	73	79			
	•	•	•	•	•	•	03	.043	.11	.15	.21	.30	.42	.47	.67	.82	1.1	53	65	72	78			
	•	•	•	•	•	•	04	.050	.14	.20	.28	.40	.57	.63	.89	1.1	1.4	53	65	72	76			
	•	•	•	•	•	•	05	.056	.16	.25	.35	.50	.71	.79	1.1	1.4	1.8	53	65	72	76			
		•			•	•	055	.060	.19	.28	.39	.55	.78	.87	1.2	1.5	1.9	53	65	72	76			
	•	•		•	•	•	06	.061	.21	.30	.42	.60	.85	.95	1.3	1.6	2.1	54	65	72	75			
		•			•	•	07	.066	.25	.35	.49	.70	.98	1.1	1.6	1.9	2.5	54	65	71	75			
	•	•	•	•	•	•	08	.071	.28	.40	.57	.80	1.1	1.3	1.8	2.2	2.8	55	65	71	74			
	•				•	•	09	.075	.32	.45	.64	.90	1.3	1.4	2.0	2.5	3.2	55	65	71	74			

C-6 Enclosure

DIMENSIONS AND WEIGHTS

Nozzle	Nozzle Type	Inlet Conn. (in.)	L (in.)	Hex. (in.)	D (Dia.) (in.)	Net Weight (oz.)
	H-DT (F)	1/8	0.750	1/2	-	0.5
		1/4	0.780	5/8	-	0.6
	H-DU (F)	1/8	1.125	1/2	-	0.6
		1/4	1.250	5/8	-	1.3
	H-U (M)	1/8	1.000	9/16	-	0.5
		1/4	1.000	9/16	-	0.8
		3/8	1.250	11/16	-	1.5
		1/2	1.500	7/8	-	2.3
		3/4	2.000	1-1/16	-	5
	H-VV (M)	1/8	0.875	1/2	-	0.5
		1/4	0.905	9/16	-	0.8

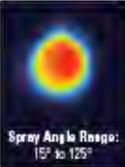
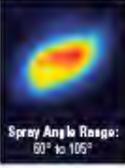
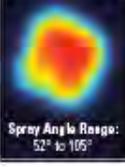
Based on the largest/heaviest version of each type.

Nozzle	Nozzle Type	Inlet Conn. (in.)	L (in.)	Hex. (in.)	D (Dia.) (in.)	Net Weight (oz.)
	H-VVL (M)	1/8	1.531	1/2	-	0.8
		1/4	1.250	9/16	-	1
	U (M)	1	2.313	-	1.313	9
		1-1/4	3.750	-	1.688	20
		2	5.375	-	2.375	66

Based on the largest/heaviest version of each type.

Spray nozzles are precision components designed to yield very specific performance under specific conditions. To help you determine the best nozzle type for your application, the following chart summarizes the performance that each nozzle type is designed to deliver. Visit youtube.com/sprayingystems for video demonstrations of spray patterns.

The spray pattern images on the right were taken in our spray laboratories using laser sheet imaging. A laser beam is passed through the spray pattern in a horizontal sheet to illuminate a cross section of the spray. A high-speed camera photographs the illuminated cross section. The light intensity in the spray is directly proportional to the volume of liquid. Red indicates the highest light intensity, which corresponds to the heaviest volume in the spray. Black is the lowest or no light intensity.

	<p>FULL CONE NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uses a unique internal vane design to produce a solid cone-shaped spray pattern • Spray pattern consists of medium- to large-sized drops 	<p>Typical applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemical injection • Dust suppression • Fire protection • Metal cooling • Washing/rinsing 	<p>LASER SHEET IMAGE</p>  <p>Spray Angle Range: 15° to 125°</p>
	<p>FULL CONE (SPIRAL-TYPE) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produces a solid cone-shaped spray pattern when the fluid exits the vane in the spiral • Spray pattern is not as uniform as full cone nozzles with an internal vane • Spray pattern consists of relatively coarse drops 	<p>Typical applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dust suppression • Fire protection • Flue gas desulfurization (FGD) • Quenching 	 <p>Spray Angle Range: 50° to 170°</p>
	<p>FULL CONE (OVAL SPRAY) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uses a unique internal vane to produce a solid cone-shaped spray pattern with oval impact area with a width approximately one-half its length • Spray pattern consists of medium- to large-sized drops 	<p>Typical applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Air/gas washing • Cooling and quenching • Dust control • Fire suppression 	 <p>Spray Angle Range: 60° to 105°</p>
	<p>FULL CONE (SQUARE SPRAY) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uses a unique internal vane to produce a solid cone-shaped spray with square impact area • Spray pattern is uniform across entire spray area • Spray pattern consists of medium- to large-sized drops 	<p>Typical applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Air/gas washing • Cooling and quenching • Dust control • Fire suppression 	 <p>Spray Angle Range: 52° to 105°</p>

BASIC NOZZLE CHARACTERISTICS		TECHNICAL REFERENCE
	<p>FLAT (EVEN) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Provides even distribution of medium-sized drops throughout the thin, rectangular spray pattern When used on a header, nozzles are positioned for edge-to-edge pattern contact 	<p>LASER SHEET IMAGE</p>  <p>Spray Angle Range: 25° to 85°</p>
	<p>FLAT SPRAY (TAPERED) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Produces a tapered-edge flat spray pattern Used on spray headers to provide uniform coverage as a result of overlapping distributions 	<p>Typical applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> Descaling High-pressure cleaning Label removal  <p>Spray Angle Range: 15° to 110°</p>
	<p>FLAT SPRAY (DEFLECTED-TYPE) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Uses a deflector surface to form an even flat spray pattern consisting of medium-sized drops Large free passage design reduces clogging through the round orifice 	<p>Typical applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> Showers in papermaking Washing  <p>Spray Angle Range: 15° to 150°</p>
	<p>HOLLOW CONE (WHIRLCHAMBER-TYPE) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Uses a whirlchamber to rotate the fluid and produce a circular spray pattern Ideal for use when a combination of small drop size and higher capacity is needed 	<p>Typical applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> Air, gas and water cooling Cooling products on conveyors Dust control Flue gas desulfurization (FGD) Water spraction  <p>Spray Angle Range: 40° to 165°</p>
	<p>HOLLOW CONE (DEFLECTED-TYPE) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Uses a deflector cap to form an umbrella-shaped hollow cone pattern 	<p>Typical applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> Decorative spray Dust suppression Fire protection Flush cleaning of tube/pipe interiors Water curtain  <p>Spray Angle Range: 100° to 180°</p>

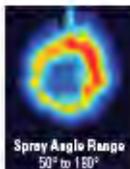
**HOLLOW CONE (SPIRAL-TYPE) NOZZLES**

- Produces a circular spray pattern when the fluid exits the voids in the spiral
- Droplets are slightly coarser than those in other hollow cone sprays
- Provides a high flow rate in a compact nozzle size
- One-piece design produces maximum throughput for a given pipe size

Typical applications:

- Dust suppression
- Fire protection
- Flue gas desulfurization (FGD)

LASER SHEET IMAGE

**SOLID STREAM NOZZLES**

- Produces a solid stream spray with the highest impact per unit area

Typical applications:

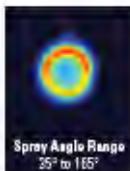
- Cleaning products when complete removal of dirt and debris is required
- Decorative spray ponds
- Laminar flow operations

**ATOMIZING (HYDRAULIC, FINE MIST) NOZZLES**

- Produces a finely atomized, low capacity spray in a hollow cone pattern without use of compressed air

Typical applications:

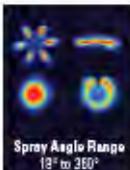
- Dust suppression
- Evaporative cooling
- Moisturizing
- Spray drying

**AIR ATOMIZING AND AIR ASSISTED NOZZLES**

- Produces a variety of cone and flat spray patterns through atomization of liquid by compressed air
- Internal mix impingement atomization forms very fine droplets

Typical applications:

- Coating
- Evaporative cooling
- Humidification
- Moisturizing



C-10 Enclosure

“Halaman ini sengaja dikosongkan”