



TUGAS AKHIR - MS 141501

**STUDI FORENSIK KECELAKAAN KAPAL PELAYARAN
RAKYAT: STUDI KASUS KLM. SAMPOERNA INDAH**

RIZKI EKA NAFIANDIA

NRP 04411340000047

Dr. Ing. Setyo Nugroho

Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

SURABAYA

2018



TUGAS AKHIR - MS 141501

**STUDI FORENSIK KECELAKAAN KAPAL PELAYARAN
RAKYAT: STUDI KASUS KLM. SAMPOERNA INDAH**

RIZKI EKA NAFIANDIA

NRP 04411340000047

Dr. Ing. Setyo Nugroho

Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

SURABAYA

2018



FINAL PROJECT - MS 141501

**FORENSIC STUDY OF TRADITIONAL SHIP : CASE OF STUDY
KLM. SAMPOERNA INDAH**

RIZKI EKA NAFIANDIA

NRP 04411340000047

Dr.Ing. Setyo Nugroho

Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

SURABAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI FORENSIK KECELAKAAN KAPAL PELAYARAN RAKYAT: STUDI KASUS KLM. SAMPOERNA INDAH

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

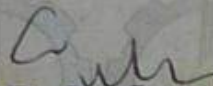
Oleh:

RIZKI EKA NAFIANDIA

NRP. 04411340000047

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I


Dr. Ing Setyo Nugroho

NIP. 19651020 199601 1 001



Dosen Pembimbing I I


Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.
NIP.-

SURABAYA, JULI 2018

LEMBAR REVISI

STUDI FORENSIK KECELAKAAN KAPAL PELAYARAN RAKYAT: STUDI KASUS KLM. SAMPOERNA INDAH

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil ujian Tugas Akhir

Tanggal 17 Juli 2018

Bidang Keahlian Transportasi Laut – Pelayaran

Program S1 Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZKI EKA NAFIANDIA

NRP. 04411340000047

Disetujui oleh tim penguji Ttugas Akhir:

1. Dr. Ing. Setyo Nugroho
2. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.
3. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.Sc.
4. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.



.....
.....
.....

Disetujui oleh dosen pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ing. Setyo Nugroho
2. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

.....
.....

Surabaya, Juli 2018

KECELAKAAN KAPAL PELAYARAN RAKYAT: STUDI KASUS KLM. SAMPOERNA INDAH

Nama Mahasiswa : Rizki Eka Nafiandia
NRP : 04411340000047
Departemen / Fakultas : Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Dr. Ing. Setyo Nugroho
Ferdhi Zulkarnaen, S.T.,M.Sc.

ABSTRAK

Sejak dahulu kala Pelayaran Rakyat memiliki peran penting dalam menunjang keberlangsungan Transportasi Laut di Indonesia. Fleksibilitas dan biaya yang lebih terjangkau bagi pengguna jasa merupakan keunggulan yang dimiliki oleh kapal Pelayaran Rakyat yang hingga saat ini masih mendominasi pelayaran untuk pulau – pulau kecil. KLM. Sampoerna Indah merupakan kapal berukuran 399 GT yang membawa muatan pupuk phospat dan muatan *general Cargo* sejumlah 970 Ton. Kapal ini mengalami musibah tenggelam di daerah timur Bawean di titik koordinat 04°.54'.00'LS - 113°.32'.00'BT. Untuk mensimulasikan kebocoran kapal tersebut digunakan *software Powersim*. Dari hasil studi forensik cuaca buruk Kecelakaan terjadi akibat Tingginya gelombang yang terjadi pada saat itu. Sehingga menyebabkan kapal mengalami kebocoran. Cuaca yang buruk bukan penyebab utama dikarenakan kecepatan angin masih terbilang normal yaitu 18,63 Knot namun, Kurangnya perawatan pada lambung kapal dan perlengkapan kapal yang menyebabkan rusaknya pompa. Total kerugian yang disebabkan tenggelamnya kapal tersebut dilihat dari sisi operasional dan finansial adalah sejumlah Rp 2,935,506,924.00.

Kata Kunci: Pelayaran rakyat, KLM. Sampoerna Indah, Simulasi

FORENSIC STUDY OF TRADITIONAL SHIP : CASE OF STUDY KLM. SAMPOERNA INDAH

Author : Rizki Eka Nafiandia
ID Number : 04411340000047
Dept. / Faculty : Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Supervisor : Dr. Ing. Setyo Nugroho
Ferdhi Zulkarnaen, S.T.,M.Sc.

ABSTRACT

Since ancient times traditional shipping has an important role in supporting the sustainability of Sea Transport in Indonesia. Flexibility and more affordable cost for service users are the advantages possessed by the traditional shipping vessel which until now still dominates the cruise for small islands. KLM. Sampoerna Indah is a 399 GT vessel carrying phosphate fertilizer and general cargo load of 970 tons. The vessel sank in the east of Bawean at the coordinate point 04 ° .54'.00'LS - 113 ° .32'.00'BT. To simulate the leakage of the ship is used Powersim software. From the results of forensic studies of bad weather Accident caused by the high waves that occurred at the time. So causing the ship to leak. Bad weather is not the main cause because wind speed is still fairly normal ie 18.63 Knot however, Lack of maintenance on ship hull and ship equipment causing damage to the pump. The total loss caused by the sinking of the vessel seen from the operational and financial side is Rp 2,935,506,924.00.

Key Words: Traditional Shipping, KLM. Sampoerna Indah, Simulation

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis haturkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia yang diberikan tugas akhir penulis yang berjudul **“Studi Forensik Kecelakaan Kapal Pelayaran Rakyat: Studi Kasus KLM. Sampoerna Indah”**. Tugas ini dapat diselesaikan dengan baik berkat dukungan serta bantuan baik langsung maupun tidak langsung dari semua pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Setyo Nugroho sebagai Dosen Pembimbing I dan bapak Ferdhi Zulkarnaen, S.T. M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing II, yang dengan sabar memberikan bimbingan, ilmu dan motivasi.
2. Bapak Ir. Tri Achmadi Ph.D., selaku kepala Departemen Teknik Transportasi Laut dan dosen wali penulis.
3. Keluarga penulis Papa, mama, dan adik yang selalu memberikan dukungan, do'a dan kebutuhan baik moril dan materiil bagi penulis.
4. Seluruh dosen Jurusan Transportasi Laut dan seluruh dosen Jurusan Teknik perkapalan atas ilmu yang diberikan selama masa perkuliahan.
5. Teman-teman Teknik Transportasi Laut angkatan 2013 “ECSTASEA”, terima kasih atas pertemanan dan dukungan yang diberikan disaat penulis merasakan kebuntuan yang berlebihan.
6. Adik – adik Teknik Transportasi Laut Angkatan 2014-2017, terima kasih atas dukungan mental dan moral di saat penulis ditinggal oleh angkatannya sendiri.
7. Staff Tata Usaha Departemen Teknik Transportasi Laut Pak Rahmat, Mas Tatak, dan Mas Sigit.
8. Ali, Candra, Zakky, serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Serta tidak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam laporan ini.

Surabaya, Juli 2018

Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Hipotesa Awal	3
BAB 2 STUDI LITERATUR	5
2.1 Dasar Kebocoran (Flooding).....	5
2.2 Kecelakaan	5
2.3 Penyebab Terjadinya Kecelakaan Transportasi Laut	5
2.4 Karakteristik Kecelakaan Transportasi Laut	6
2.5 Sejarah Munculnya <i>Damage Stability</i>	7
2.6 Metode Perhitungan <i>Damage Stability</i>	7
2.6.1 Trim Line Added Weight Method	8
2.7 Jenis – Jenis Keadaan Darurat.....	8
2.8 Pemodelan Sistem	10
2.9 Dinamika Sistem	14
2.10 Simulasi.....	19

2.11	Gelombang Laut.....	20
2.11.1	Arus.....	22
2.12	Angin.....	22
2.12.1	Pola Angin Umum di Indonesia	23
2.12.2	Pola Angin Lokal.....	23
2.12.3	Angin Laut.....	23
2.12.4	Angin Darat	24
2.13	Perancangan Kapal.....	25
2.13.1	Koefisien Kapal	25
2.13.2	Berat Kapal	26
2.13.3	Metode Simpson	27
2.13.4	TPC (Tonnes per centimetre immersion)	29
BAB 3	Metodologi Penelitian.....	31
3.1	Diagram Alir	31
3.2	Tahapan Pengerjaan	32
BAB 4	GAMBARAN UMUM	35
4.1	Tinjauan Objek Penelitian.....	35
4.2	Muatan Kapal	38
4.2.1	Pupuk Phospat	38
4.2.2	Barang – Barang Toko.....	40
4.3	Kapal Pembanding	41
4.4	Pelabuhan Pelra Gresik	43
4.5	Pelabuhan Pelra Sampit.....	45

BAB 5	PEMBAHASAN.....	47
5.1	Studi Forensik Kecelakaan.....	47
5.1.1	Rekonstruksi Kejadian.....	47
5.1.2	Kronologi Kejadian	49
5.1.3	Simulasi Gambar	52
5.2	Kesaksian	53
5.3	Mencocokkan Dugaan.....	57
5.3.1	Data BMKG.....	58
5.3.2	Pelra Gresik	64
5.3.3	Pelra Sampit.....	66
5.3.4	KLM. Sampoerna Indah	68
5.3.5	Hasil Pencocokan	69
5.4	Desain KLM. Sampoerna Indah.....	69
5.4.1	Perhitungan Koefisien	70
5.4.2	Pemilihan Mesin	71
5.4.3	Perhitungan Berat Kapal.....	72
5.4.4	Rencana Garis.....	73
5.5	TPC	76
5.6	Perhitungan Kerugian Operasional dan Finansial.....	78
5.6.1	Kerugian Muatan	78
5.6.2	Kerugian Operasional	79
BAB 6	Simulasi	81
6.1	Komponen Air Masuk.....	82

6.1.1	Waktu Air Masuk	83
6.1.2	Waktu.....	84
6.1.3	Tinggi Lubang	84
6.1.4	Debit Air	85
6.1.5	Total Air Masuk.....	85
6.2	Air Keluar.....	86
6.2.1	Pompa	86
6.2.2	Payload dan Wcons.....	87
6.2.3	DWT	87
6.2.4	RHO.....	87
6.3	Skenario.....	87
6.3.1	Skenario 1	88
6.3.2	Skenario 2	92
6.3.3	Skenario 3	94
6.3.4	Skenario 4	97
BAB 7	Kesimpulan.....	101
7.1	Kesimpulan	101
7.2	Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....		103
Lampiran.....		105

Daftar Gambar

Gambar 1.1 KLM. Sampoerna Indah	2
Gambar 2.1 Kerangka Kerja Model	12
Gambar 2.2 Kerangka Sistem Sumber: Suryani Pemodelan dan Sistem (2006)....	14
Gambar 2.3 Diagram pendekatan metode sistem dinamik (Widayani, 1999 dalam Rahayu, 2006).....	15
Gambar 2.4 Simbol variabel level	17
Gambar 2.5 Simbol variabel rate	18
Gambar 2.6 Simbol Variabel Auxiliary.....	18
Gambar 2.7 Simbol Variabel Constanta	18
Gambar 2.8 Simbol Garis Penghubung	19
Gambar 2.9 Fungsi Parabola Pada Metode Simpson	28
Gambar 2.10 Tonnes Per Centimeter Immersion (TPC) <i>Sumber: Stabilitas Kapal Untuk Perwira Pelayaran Niaga: Vol. I</i>	29
Gambar 4.1 Dokumentasi KLM. Sampoerna Indah <i>Sumber: Bapak Alim (pemilik kapal)</i>	36
Gambar 4.2 Dokumentasi KLM. Sampoerna Indah <i>Sumber: Bapak Alim (pemilik kapal)</i>	36
Gambar 4.3 Pupuk <i>Phospat</i>	38
Gambar 4.4 Barang Toko Kelontongan <i>Sumber: Dokumentasi Penulis</i>	40
Gambar 4.5 KLM. Rukun Abadi <i>Sumber: Dokumentasi Penulis</i>	41
Gambar 4.6 Pompa Kapal <i>Sumber: Dokumentasi Penulis</i>	42
Gambar 4.7 Ruang Muat Kapal <i>Sumber: Dokumentasi Penulis</i>	42

Gambar 4.8 Bagian haluan Kapal	Sumber: Dokumentai Penulis.....	43
Gambar 4.9 Pelra Gresik	Sumber: Dokumentasi Penulis.....	43
Gambar 4.10 Pelra Gresik	Sumber: https://www.pelindo.co.id	44
Gambar 4.11 Dimensi Pelabuhan Pelra Gresik	Sumber: https://www.pelindo.co.id	45
Gambar 4.12 Pelabuhan Sampit	Sumber https://www.pelindo.co.id	45
Gambar 4.13 Dimensi Pelabuhan Sampit	Sumber https://www.pelindo.co.id	46
Gambar 4.14 Alur Sungai Mentaya	Sumber: Jurnal, I Wayan Luga, IKG Aryawan dan L. Arifin	46
Gambar 5.1 Tampilan Situs Perubah Koordinat	Sumber: www.yogantara.info/ ...	50
Gambar 5.2 Tampilan Setelah Titik Koordinat dimasukkan	Sumber: www.google.com/maps	51
Gambar 5.3 Konversi Jarak	Sumber: Google.com	51
Gambar 5.4.3 Simulasi Gambar	Sumber: Berita Acara.....	52
Gambar 5.5 Tinggi Gelombang 18 Februari 2015	Sumber: BMKG.....	58
Gambar 5.6 Tinggi Gelombang 19 Februari 2015	Sumber: BMKG.....	59
Gambar 5.7 Tinggi Gelombang 20 Februari	Sumber: BMKG.....	59
Gambar 5.8 Tinggi Gelombang Apabila Kapal Berangkat Tanggal 16 Februari 2015	Sumber: BMKG.....	60
Gambar 5.9 Kecepatan Angin 18 Februari 2015	Sumber: BMKG	61
Gambar 5.10 Kecepatan Angin 19 Februari 2015	Sumber: BMKG	62
Gambar 5.11 Kecepatan Angin 20 Februari 2015	Sumber: BMKG	63
Gambar 5.12 Proses Bongkar Muat Pupuk	Sumber: Dokumentasi Penulis.....	64
Gambar 5.13 Muatan Kapal Pelra Gresik	Sumber: Dokumentasi Penulis	64

Gambar 5.14 Pelabuhan Rakyat Gresik Sumber: <i>Google Maps</i>	65
Gambar 5.15 Kedalaman Pelra Gresik Sumber: <i>https://www.pelindo.co.id</i>	65
Gambar 5.16 Antrian Bahan Bakar Sumber: <i>http://www.surabayapagi.com</i>	66
Gambar 5.17 Pelabuhan Pelra Gresik Sumber: <i>Google maps</i>	66
Gambar 5.18 Kedalaman pelabuhan Pelra Sampit Sumber <i>https://www.pelindo.co.id</i>	67
Gambar 5.19 Pintu masuk sungai Mentaya Sumber: <i>Jurnal, I Wayan Luga, IKG Aryawan dan L. Arifin</i>	67
Gambar 5.20 Ngat pada kapal pelra Sumber: <i>Dokumentasi Penulis</i>	68
Gambar 5.21 Ruang Muat Kapal Sumber: <i>Dokumentasi Penulis</i>	69
Gambar 5.22 Mesin Utama Sumber: <i>cumminsrepserp.com</i>	71
Gambar 5.23 Mesin Pendukung Sumber: <i>cumminsrepserp.com</i>	72
Gambar 5.24 Calculate Hydrostatics	75
Gambar 5.25 Rencana Garis KLM. Sampoerna Indah	75
Gambar 6.1 Simulasi Kebocoran KLM.Sampoerna Indah.....	81
Gambar 6.2 Penjelasan Simulation Setting	81
Gambar 6.3 Komponen Air Masuk	82
Gambar 6.4 IF Pada Komponen Air masuk	83
Gambar 6.5 Waktu Air Masuk	83
Gambar 6.6 Komponen Waktu	84
Gambar 6.7 Tinggi Lubang	84
Gambar 6.8 Debit	85
Gambar 6.9 Total Air masuk	86

Gambar 6.10 Air Keluar	86
Gambar 6.11 Pompa	87
Gambar 6.12 Debit Air	88
Gambar 6.13 <i>Constant</i> Tinggi Lubang Skenario 1	88
Gambar 6.14 Rumus Debit Air Skenario 1	89
Gambar 6.15 <i>Auxiliary</i> Pompa Skenario 1	89
Gambar 6.16 <i>Constant</i> Air Mulai Masuk Skenario 1	90
Gambar 6.17 <i>Constant</i> Mati Skenario 1	90
Gambar 6.18 <i>Auxiliary</i> Pompa Skenario 1	91
Gambar 6.19 Kerusakan Skenario 1	91
Gambar 6.20 <i>Constant</i> Tinggi Lubang Skenario 2	93
Gambar 6.21 <i>Auxiliary</i> Debit Skenario 2	93
Gambar 6.22 Kerusakan Skenario 2	94
Gambar 6.23 Tinggi Air Skenario 3	95
Gambar 6.24 Rumus Debit Skenario 3	95
Gambar 6.25 Kerusakan Skenario 3	96
Gambar 6.26 Pompa Skenario 4	98
Gambar 6.27 Kerusakan Skenario 4	98
Gambar 6.28 Tabel Skenario 4	99

Daftar Tabel

Tabel 1 Kriteria Angin.....	24
Tabel 2 Data KLM. Sampoerna Indah.....	35
Tabel 3 Perlengkapan Kapal.....	37
Tabel 4 Data ABK KLM. Sampoerna Indah	37
Tabel 5 Daftar Muatan GC	40
Tabel 6 Data Pendukung KLM. Rukun Abadi	41
Tabel 7 Timeline dan Koordinat kejadian	49
Tabel 8 Koordinat Kejadian	50
Tabel 9 Pencocokkan Hasil Investigasi.....	69
Tabel 10 Ukuran Utama KLM. Sampoerna Indah	70
Tabel 11 LWT Kapal	73
Tabel 12 DWT Kapal	73
Tabel 13 Kerugian Muatan <i>General Cargo</i>	78
Tabel 14 Kerugian Muatan Pupuk Phospat	79
Tabel 15 Kerugian Biaya Operasional.....	79
Tabel 16 Tabel Hasil Simulasi Skenario 1	92
Tabel 17 Skenario 2	94
Tabel 18 Tabel Skenario 3.....	96

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan alat yang digunakan untuk mengangkut manusia, hewan dan barang ketempat tujuan. Atau definisi transportasi yang lainnya yaitu memindahkan manusia, hewan ataupun barang dari tempat asal ketempat tujuannya dengan memakai suatu alat yang dapat digerakan oleh makhluk hidup atau mesin. Transportasi sendiri juga merupakan suatu sarana yang turut meningkatkan serta mengembangkan perekonomian di suatu wilayah. Agar perekonomian di suatu wilayah dapat berkembang dan terus meningkat, maka Indonesia sebagai Negara Kepulauan hendaknya mampu memenuhi kebutuhan akan transportasi laut di semua wilayahnya. Ketika suatu wilayah tidak dapat memenuhi kebutuhan transportasinya , maka daerah tersebut akan mengalami kesulitan di berbagai aspek, seperti pada kesehatan, pangan, pendidikan, dll.

Sejak dahulu kala Pelayaran Rakyat memiliki peran penting dalam menunjang keberlangsungan Transportasi Laut di Indonesia. Fleksibilitas dan biaya yang lebih terjangkau bagi pengguna jasa merupakan keunggulan yang dimiliki oleh kapal Pelayaran Rakyat yang hingga saat ini masih mendominasi pelayaran untuk pulau – pulau kecil. Sampai saat ini pulau – pulau kecil masih sangat bergantung kepada ketersediaan dari Kapal Pelayaran Rakyat untuk menunjang pengiriman dan distribusi barangnya dikarenakan tidak semua kapal moderen dapat melalui daerah kepulauan tersebut.

Kebocoran ialah air masuk ke dalam salah satu ruangan atau kompartemen dari kapal yang disebabkan oleh bocornya ruang tersebut atau hal lain yang menyebabkan air dapat masuk ke ruangan kapal. Hal ini harus dihindari sebisa mungkin karena dapat menimbulkan kerugian ABK, pemilik kapal, lingkungan laut dan terganggunya ekosistem dasar laut. Kebocoran pada kapal dapat terjadi karena kapal kandas, kebakaran, atau lambung kapal yang terkena karang. Keadaan darurat akan tiba apabila air masuk dengan cepat ke dalam ruangan atau kompartemen kapal, namun di lain sisi kemampuan untuk mengatasi kebocoran sangatlah terbatas. Bahkan jika hal ini dibiarkan maka kapal akan mengalami kemiringan hingga tenggelam. Keadaan lebih rumit akan datang ketika pengambilan keputusan dan pelaksanaannya tidak didukung sepenuhnya oleh ABK.

Sementara itu kamar mesin merupakan salah satu bagian yang sangat vital dalam sebuah kapal, dapat berlayar atau tidaknya suatu kapal motor akan dipengaruhi kondisi pada kamar mesin tersebut, karena di dalam kamar mesin sendiri terdapat banyak sistem yang menunjang olah gerak kapal mulai dari sistem permesinan utama yang menghasilkan daya untuk kapal, sistem permesinan bantu untuk menggerakkan daun kemudi, sistem pembangkit listrik/generator yang menyediakan suplai listrik untuk kapal dan sistem perporosan yang berfungsi menyalurkan daya dari mesin utama ke propeller sebagai penggerak. jika sampai terjadi kegagalan sistem yang berada di kamar mesin tentunya akan sangat mempengaruhi keselamatan dari kapal itu sendiri.

Dalam penelitian ini akan mengangkat masalah tentang tenggelamnya KLM. Sampoerna Indah yang tenggelam di barat pulau Bawean serta kebocoran air laut yang masuk ke kamar mesin KLM. Sampoerna Indah seperti pada gambar 1.1. Penelitian ini akan menganalisa penyebab tenggelamnya kapal tersebut serta kebocoran yang menyebabkan air laut masuk ke dalam kamar mesin KLM. Sampoerna Indah, namun yang menjadi titik fokus dalam penelitian ini adalah rekonstruksi ulang terjadinya kecelakaan pada KLM. Sampoerna Indah.



Gambar 1.1 KLM. Sampoerna Indah

1.2 Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang yang ada, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diangkat dalam tugas akhir ini adalah :

1. Apa saja faktor-faktor dan penyebab pasti dari Kecelakaan pada KLM. Sampoerna Indah?
2. Apakah dampak dari tenggelamnya KLM. Sampoerna Indah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk :

1. Menginvestigasi penyebab dan faktor penyebab pasti dari Kecelakaan pada KLM. Sampoerna Indah.
2. Menganalisis dampak dari kecelakaan KLM. Sampoerna Indah.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas dan keluar dari topik utama, maka penulis memberikan beberapa batasan masalah. Diantaranya :

1. Analisa kondisi yang digunakan adalah kondisi saat ini.
2. Kapal yang ditinjau hanyalah KLM. Sampoerna Indah dan kapal kayu sejenis yang memiliki umur dan kekuatan pompa yang sama.
3. Hasil dari tugas akhir berupa rekonstruksi ulang kejadian kecelakaan KLM. Sampoerna Indah dan model kebocoran pada kapal tersebut.

1.5 Hipotesa Awal

Adanya rekonstruksi ulang kejadian KLM. Sampoerna Indah akan menghasilkan penyebab – penyebab tenggelamnya kapal tersebut sehingga kejadian tersebut tidak akan terjadi lagi pada kapal – kapal lainnya sedangkan pemodelan menggunakan *system dynamic* akan memudahkan dalam memprediksi kapan Kebocoran pada kapal akan mengakibatkan kapal tenggelam.

BAB 2 STUDI LITERATUR

2.1 Dasar Kebocoran (Flooding)

Kapal adalah suatu bangunan apung yang tersusun dari pelat-pelat besi dan baja. Kapal mempunyai kompartemen-kompartemen atau tangki. Jika kulit kapal (pelat kapal) mengalami kerusakan atau kebocoran maka akan mengakibatkan air masuk ke dalam ruangan atau kompartemen kapal tersebut. Hal ini berlangsung sampai terjadi keseimbangan baru dari kapal atau sampai kapal itu sendiri tenggelam karena kemasukan air. Kebocoran pada kompartemen mengakibatkan perubahan sarat, *trim*, dan *heel* (biran, 2003). dalam praktiknya mustahil membuat kapal yang benar-benar mampu bertahan untuk tidak mengalami kebocoran (*flooding*) baik karena kecelakaan, kandas, ataupun sebab lainnya.

2.2 Kecelakaan

Menurut Frank Bird, “kecelakaan adalah kejadian yang tidak diinginkan yang mengakibatkan cedera fisik untuk seseorang atau kerusakan properti. Ini biasanya merupakan hasil dari kontak dengan sumber energi (kinetik, listrik, kimia)”. Menurut Heinrich, Petersen dan Roos, 1980 “Kecelakaan adalah suatu kejadian yang tidak terencana dan tidak terkendali akibat dari suatu tindakan atau reaksi suatu objek, bahan, orang atau radiasi yang mengakibatkan cedera atau kemungkinan akibat lainnya”.

Kecelakaan adalah semua kejadian yang tidak direncanakan yang menyebabkan atau berpotensi menyebabkan cedera, kesakitan, kerusakan, atau kerugian lainnya. Sementara itu, menurut OHSAS kecelakaan didefinisikan sebagai kejadian yang dapat menyebabkan cedera atau kesakitan (tergantung dari keparahannya) kejadian kematian atau kejadian yang dapat menyebabkan kematian. Pengertian ini digunakan juga untuk kejadian yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan.

2.3 Penyebab Terjadinya Kecelakaan Transportasi Laut

Kecelakaan-kecelakaan yang terjadi pada transportasi laut telah banyak terjadi. Insiden yang terjadi biasanya tenggelam akibat kelebihan muatan, terbakar atau meledak, ataupun tenggelam akibat dari faktor alam. Tetapi berdasarkan data dari Mahkamah Pelayaran faktor kesalahan manusia adalah penyebab utama dari kecelakaan transportasi laut yang ada. Sebanyak 88% kejadian disebabkan oleh *human error* dari orang-orang yang ada dalam sistem transportasi laut. Hanya beberapa saja yang disebabkan oleh faktor alam atau

cuaca. Faktor-faktor penyebab yang secara langsung menyebabkan terjadinya kecelakaan laut sebagai berikut:

a. Faktor Manusia

Faktor manusia merupakan faktor yang paling besar meliputi:

- Kecerobohan dalam menjalankan kapal.
- Kekurangmampuan awak kapal dalam menguasai berbagai permasalahan yang mungkin timbul dalam operasional kapal.
- Secara sadar memuat kapal secara berlebihan.
- Kurangnya kesadaran masyarakat akan arti pentingnya keselamatan pelayaran sehingga masih sering memaksakan kehendak untuk mencari penumpang tanpa memperdulikan keselamatan pelayaran.

b. Faktor Teknis

Faktor teknis biasanya terkait dengan kurang cermatan dalam mendesain kapal. Penelataran perawatan kapal sehingga mengakibatkan kerusakan kapal atau bagian-bagian kapal yang menyebabkan kapal mengalami kecelakaan.

c. Faktor Alam

Faktor cuaca buruk merupakan permasalahan yang sering dianggap sebagai penyebab utama dalam kecelakaan laut. Permasalahan yang sering dialami adalah badai, gelombang yang tinggi yang dipengaruhi musim/badai, arus yang besar, kabut yang mengakibatkan jarak pandang yang terbatas.

Kecelakaan laut meningkat seiring dengan peningkatan jumlah kapal. Sebagaimana telah dipahami secara luas, kecelakaan laut dapat diakibatkan oleh faktor manusia, alam, dan teknis, serta interaksi dan kombinasi antara ketiga faktor tersebut. Dalam berlayar, manusia sebagai pengguna transportasi berinteraksi dengan kapal dan lingkungan sekitarnya.

2.4 Karakteristik Kecelakaan Transportasi Laut

Kapal sebagai sarana angkutan laut antar pulau yang banyak diminati masyarakat memiliki resiko kecelakaan yang cukup tinggi. Setiap saat keselamatan jiwa manusia di laut bisa terancam, baik para awak kapal atau pelaut maupun penumpang. Dari fakta dan data yang diperoleh ternyata kecelakaan laut telah memakan korban jiwa dan harta yang tidak sedikit, kecelakaan itu bisa terjadi dimana saja, kapan saja dan menimpa siapa saja.

Untuk menghadapi kemungkinan terjadinya kecelakaan laut, para awak kapal dan penumpang harus mengetahui cara-cara penyelamatan diri sewaktu kecelakaan di kapal (*personal survival technique*), pemadam kebakaran (*fire fighting*). Pertolongan pertama pada kecelakaan (*first aid*) dan keselamatan diri dalam tanggung jawab sosial (*personal safety and social responsibility*).

Para awak kapal harus memiliki pengetahuan (*knowledge*), pemahaman (*understanding*), kecakapan (*proficiency*) serta keterampilan (*skill*) yang diperlukan untuk mengantisipasi resiko kecelakaan dan meminimalisir kesalahan manusia (*human error*) sebagai salah satu faktor kecelakaan laut yang terjadi (Zamzam,2014) Karakteristik kecelakaan pada umumnya adalah:

- Kecelakaan sebagai kejadian yang langka.
- Kecelakaan sebagai suatu peristiwa yang tidak tahu kapan terjadi.
- Kecelakaan sebagai peristiwa-peristiwa multi faktor.

2.5 Sejarah Munculnya *Damage Stability*

Setelah melalui berbagai pembahasan akibat banyaknya kapal yang tenggelam akibat dari kebocoran (Titanic 1912, Moro Castle dan Mohaawk pada 1930-an), akhirnya pada tahun 1926 telah disepakati mengenai penerapan *factorial system of subdivision* yang mensyaratkan kapal minimal mempunyai satu kompartemen standart. Pada tahun 1960, persyaratan ini diubah menjadi minimal dua kompartemen standart. Pada tahun 1964 disepakati peraturan tentang *floodable lenght*. Aturan ini mensyaratkan bahwa jika terjadi satu atau dua kompartemen yang mengalami kebocoran maka kapal harus maksimal masih mempunyai sarat sampai garis batas tenggelam atau sering di sebut *margin line* (76 mm dibawah garis geladak). Namun di akhir tahun 1980–an ditemukan fakta bahwa metode atau aturan ini masih belum cukup untuk menjamin keselamatan kapal jika terjadi suatu kebocoran, karena aturan ini tidak mencantumkan perhitungan stabilitas kapal. Padahal stabilitas adalah karakteristik utama pada kapal yang harus diperhatikan. Akhirnya di buat suatu perhitungan yang menggabungkan kebocoran dan stabilitas kapal yang disebut *damage stability*. Perhitungan ini diakui untuk digunakan dan dibukukan pertama kali pada PNA vol I tahun 1982.

2.6 Metode Perhitungan *Damage Stability*

Ketika kapal mengalami kebocoran pada satu atau beberapa kompartemennya, diharapkan kapal tersebut masih mampu bertahan dengan daya apung cadangan. Namun tidak

hanya itu , kapal juga harus memiliki stabilitas yang aman. Untuk itu diperlukan suatu perhitungan untuk mengetahui perubahan sarat rata-rata, heel, trim, dan perubahan stabilitas akibat terjadinya kebocoran pada kompartemen (semyonov dkk, 1963).

Terdapat dua metode yang dapat digunakan dalam perhitungan kesetimbangan akhir pada kondisi kebocoran (Rawson dan Tupper, 2001):

2.6.1 Trim Line Added Weight Method

Prinsip dari perhitungan metode ini adalah bahwa ketika kapal mengalami kebocoran maka ruangan yang kemasukan air tersebut masih dianggap sebagai bagian dari kapal. Sedangkan air yang masuk itu dianggap sebagai berat tambahan bagi kapal karena adanya berat tambahan ini, maka *displacement* kapal akan berubah dari *displacement* awal kapal sebelum mengalami kebocoran. Jika *displacement* kapal bertambah maka sarat kapal juga akan bertambah.

2.7 Jenis – Jenis Keadaan Darurat

Kapal laut yang melakukan aktivitasnya dapat mengalami masalah yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti cuaca, keadaan alur pelayaran, kapal, manusia, dan lain-lain yang tidak dapat diduga sebelumnya, sehingga pada akhirnya menimbulkan gangguan pelayaran pada kapal. Gangguan pelayaran kadang dapat diatasi atau perlu mendapat bantuan dari pihak lain, bahkan dapat pula mengakibatkan nahkoda dan ABK harus meninggalkan kapalnya. Keadaan gangguan pelayaran sesuai situasi dapat dikelompokkan berdasarkan kejadiannya sendiri, yaitu :

- Tubrukan.
- Kebakaran / ledakan.
- Kandas
- Kebocoran / tenggelam
- Orang jatuh ketengah laut.
- Pencemaran.

Keadaan darurat dapat menyebabkan kerugian bagi semua pihak, sehingga perlu dipahami kondisinya guna memiliki kemampuan dasar mengidentifikasi tanda-tanda keadaan agar situasinya mampu diatasi oleh nahkoda beserta anak buahnya maupun kerja sama dengan pihak terkait.

a. Tubrukan

Keadaan darurat karena tubrukan kapal dengan kapal atau dengan dermaga maupun dengan benda tertentu akan memungkinkan terdapat situasi kerusakan pada kapal, korban manusia, tumpahan minyak ke laut, pencemaran dan kebakaran. Situasi lainnya adalah kepanikan ABK di kapal yang justru memperlambat tindakan pengamanan penyelamatan dan penanggulangan keadaan darurat tersebut.

b. Kebakaran/ledakan

Kebakaran di kapal dapat terjadi di berbagai lokasi rawan, misalnya di kamar mesin, ruang muatan, gudang penyimpanan perlengkapan kapal, instalasi listrik, dan ruang akomodasi nahkoda maupun ABK.

c. Kandas

Kapal kandas pada umumnya didahului dengan tanda-tanda putaran baling-baling terasa berat, asap di cerobong mendadak menghitam, badan kapal bergetar dan kecepatan kapal berubah dan mendadak berhenti. Pada saat kandas, kapal tidak bergerak dan posisi kapal akan sangat bergantung pada permukaan dasar perairan dan situasi di dalam akan sangat tergantung pada keadaan kapal tersebut.

d. Kebocoran/tenggelam

Kebocoran pada kapal dapat terjadi karena kapal kandas, tetapi dapat juga terjadi karena tubrukan maupun kebakaran, kerusakan sistem perporosan serta kerusakan pelat kulit kapal karena korosi. Air yang masuk dengan cepat sementara kemampuan mengatasi kebocoran terbatas, bahkan kapal menjadi miring membuat situasi sulit diatasi. Keadaan darurat ini akan menjadi rumit apabila pengambilan keputusan dan pelaksanaannya tidak didukung sepenuhnya oleh seluruh anak buah kapal.

e. Orang jatuh ke laut

Orang jatuh ke laut merupakan salah satu bentuk kecelakaan yang membuat situasi menjadi darurat dalam upaya melakukan penyelamatan. Pertolongan yang diberikan tidak dengan mudah dilakukan karena akan sangat tergantung pada keadaan cuaca saat itu serta kemampuan yang akan memberi pertolongan, maupun fasilitas yang tersedia.

f. Pencemaran

Pencemaran laut dapat terjadi karena buangan sampah dan tumpahan minyak saat bunkering, buangan limbah muatan kapal tangki, buangan tangki yang tertumpah akibat tubrukan atau kebocoran. Upaya untuk mengatasi pencemaran yang terjadi memerlukan peralatan, tenaga manusia yang terlatih dan kemungkinan-kemungkinan risiko yang harus ditanggung oleh pihak yang melanggar ketentuan tentang pencegahan pencemaran.

2.8 Pemodelan Sistem

Untuk Mempelajari, mengamati, dan memahami suatu sistem tertentu, maka pengetahuan tentang pendekatan sistem sangat membantu. Pendekatan sistem memusatkan perhatian pada keseluruhan (whole) sistem dan interaksinya. Dengan demikian, sudah semestinya jika pendekatan sistem bersifat komprehensif, holistik, dan lintas disiplin. (Dyer, 1993) mengatakan bahwa dua tema pokok dari pendekatan sistem adalah : (1) mengelola apa yang ada pada saat ini (*managing the present*) dan (2) merancang apa yang diinginkan pada masa yang akan datang (*redesigning the future*). Sedangkan tipologi dari pendekatan sistem sendiri ada dua. (Muller-Merbach, 2015) menamakannya dengan pendekatan sistematis yang dipelopori oleh kaum *western* dan pendekatan sistemik yang dijiwai oleh filosofi orang timur. Pendekatan sistematis digolongkan menjadi tiga pendekatan yaitu : Introspeksi, Ekstraspeksi, dan Konstruksi. Ketiga pendekatan sistem tersebut memiliki perbedaan pada faktor-faktor yang ada pada peneliti sistem seperti Superioritas peneliti, independensi, lintas disiplin, maupun cara pembagian tugas dalam penelitian akan sistem tersebut. Sedangkan pendekatan sistemik disebut juga sebagai pendekatan kontemplasi yang didasari filosofi bahwa sesuatu yang ada di dunia ini tidak dapat dipisah-pisahkan. Dan jika peneliti mencoba untuk memisah-misahkan berarti dia telah menghancurkan sistem tersebut.

Untuk itu peneliti harus menyatu (identik) dengan sistem yang ditelitinya untuk mengetahui karakteristik mengambil langkah-langkah pengembangan bagi sistem tersebut. Disini peneliti berusaha mengidentikkan dirinya dengan sistem yang diamati.

Karakteristik dan Definisi Sistem

(Suryani, 2006) mengemukakan bahwa sistem merupakan kesatuan dari elemen-elemen yang terhubung melalui sebuah mekanisme tertentu dan terikat dalam hubungan interdependensi. Sistem memiliki sesuatu yang menjadi tujuan bersama. Dan lingkungan suatu sistem memiliki batas (*Boundary*) dengan sistem lain yang berada di sekitarnya. Sistem juga memiliki hubungan yang bersifat umpan balik yang menyebabkan sistem senantiasa

dinamis. Lingkungan sistem adalah segala sesuatu yang tidak merupakan bagian dari sistem, tetapi keberadaannya dapat mempengaruhi dan atau dipengaruhi sistem.

Model

Model merupakan suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu (yang disepakati) dari suatu sistem nyata yang disepakati. Sehingga model dapat dikatakan sebagai sebuah kesatuan yang menggambarkan karakteristik suatu sistem. Model dibuat dengan cara simplifikasi dari sistem yang ada sehingga untuk mempelajari sebuah sistem, dapat dilakukan dengan pengamatan pada model sistem tersebut. Walaupun model merupakan bentuk “sederhana” dari sebuah sistem, tapi dalam pembentukannya harus tetap memperhatikan kompetensi dari karakteristik sistem yang diamati. Beberapa model dari sebuah sistem yang sama, bisa saja berbeda, tergantung pada persepsi, kemampuan, dan sudut pandang analisis sistem yang bersangkutan. Ditegaskan kembali bahwa pada dasarnya model adalah suatu representasi yang memadai dari sebuah sistem.

Karakteristik Model

Karakteristik model yang baik sebagai ukuran tujuan pemodelan yaitu :

1. Tingkat Generalisasi Tinggi. Makin tinggi tingkat generalisasi model, maka model tersebut akan dapat memecahkan masalah yang makin besar.
2. Mekanisme Trasparansi. Dapat menjelaskan dinamika sistem secara rinci.
3. Potensial untuk Dikembangkan. Membangkitkan minat peneliti lain untuk menyelidikinya lebih lanjut.
4. Peka Terhadap Perubahan Asumsi. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemodelan tidak pernah selesai. Peka terhadap perubahan lingkungan

Prinsip-Prinsip Pemodelan Sistem

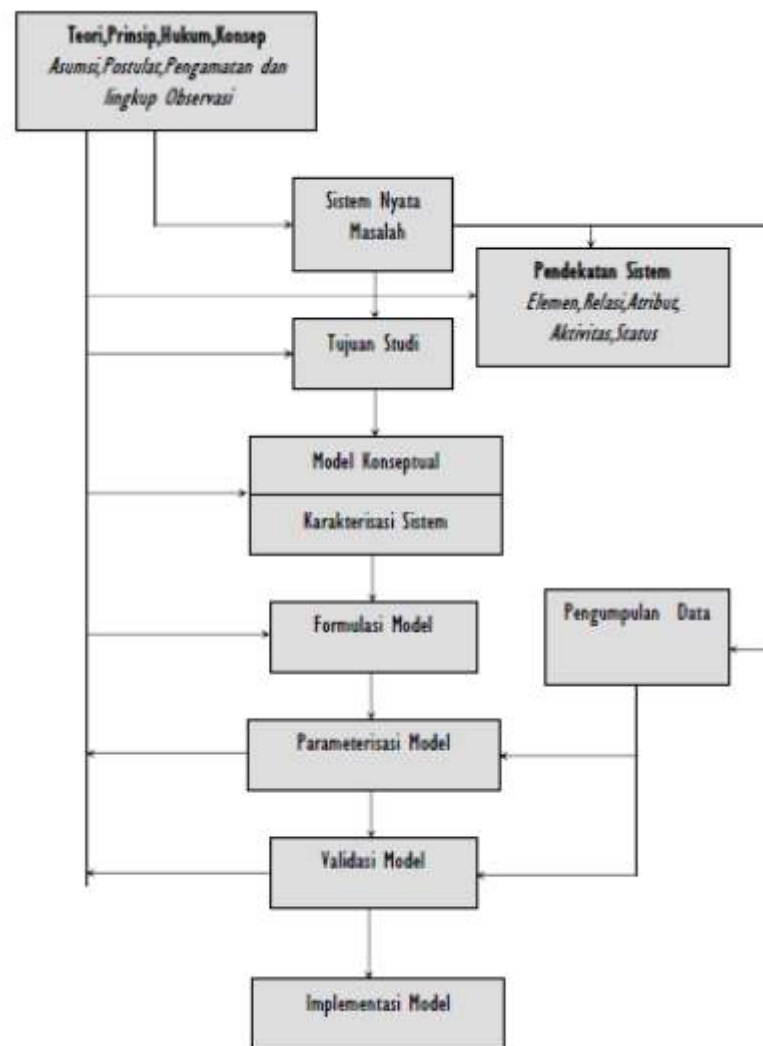
Elaborasi. Pengembangan Model dilakukan secara bertahap dimulai dari model sederhana hingga diperoleh model yang lebih representatif.

Sinektik. Sinektik adalah metode yang dibuat untuk mengembangkan pengenalan masalah secara analogis Sinektik yang mengacu pada penemuan kesamaan-kesamaan akan membantu analis menggunakan analogi yang kreatif dalam pengembangan model.

Iteratif. Pengembangan model bukanlah proses yang bersifat mekanistik dan linear. Oleh karena itu dalam tahap pengembangannya sangat mungkin dilakukan Pengulangan-pengulangan dan peninjauan kembali.

Pengembangan Model

Pengembangan Model tak lain adalah suatu usaha memperoleh model baru yang memiliki kemampuan lebih dalam beberapa aspek dibandingkan model sebelumnya. Adapun langkah-langkahnya :



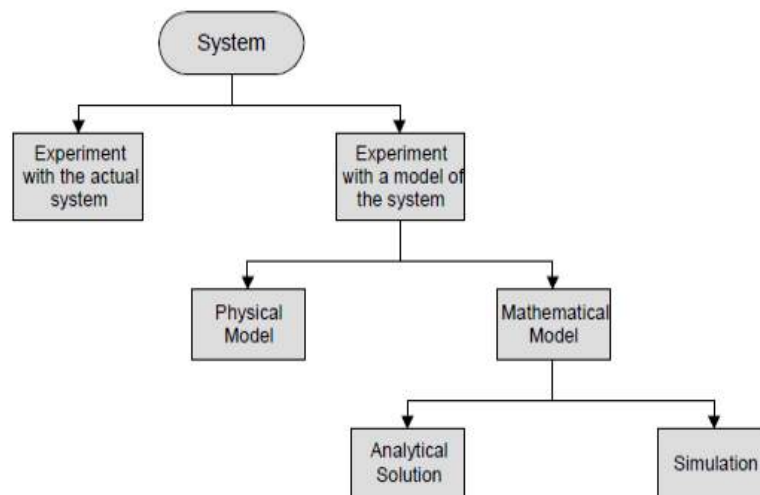
Gambar 2.1 Kerangka Kerja Model

Sistem, Model dan Simulasi

Ketika berbicara masalah simulasi sistem ada tiga konsep dasar yang harus dipahami terlebih dahulu, yaitu sistem, model dan simulasi itu sendiri. Pada umumnya literatur tentang model sepakat untuk mendefinisikan “model” sebagai suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu dari suatu sistem nyata. Adapun sistem nyata adalah sistem yang sedang berlangsung dalam kehidupan, sistem yang dijadikan titik perhatian dan dipermasalahkan. Model membantu memecahkan masalah yang sederhana ataupun kompleks dalam bidang manajemen dengan memperhatikan beberapa bagian atau beberapa ciri utama daripada memperhatikan semua detail sistem nyata. Model tidak mungkin berisikan semua aspek sistem nyata karena banyaknya karakteristik sistem nyata yang selalu berubah dan tidak semua faktor atau variabel relevan untuk dianalisis. Sistem didefinisikan sebagai suatu koleksi entiti, misal manusia atau mesin, yang bertindak dan berinteraksi bersama menuju penyelesaian dari beberapa logika akhir sedangkan simulasi digunakan untuk menyelesaikan persoalan dalam sistem yang sangat kompleks sehingga sangat sulit untuk diselesaikan secara matematis. Simulasi merupakan alat analisis numeris terhadap model untuk melihat sejauh mana input mempengaruhi pengukuran output atas performansi sistem. Pemahaman yang utama adalah bahwa simulasi bukan merupakan alat optimasi yang memberi suatu keputusan hasil namun hanya merupakan alat pendukung keputusan (*decision support system*) dengan demikian interpretasi hasil sangat tergantung kepada si pemodel. Aplikasi simulasi dapat dilakukan pada beberapa permasalahan sistem, diantaranya : Desain dan analisa sistem manufaktur, Evaluasi suatu senjata militer baru atau taktik, Penetapan kebijakan pemesanan dan sistem persediaan, Desain sistem komunikasi, Desain dan operasi fasilitas transportasi, dan Analisa keuangan atau sistem ekonomi.

Model Simulasi

Dalam melakukan studi sistem bahwa sebenarnya simulasi merupakan turunan dari model matematik (*lihat gambar di bawah*) dimana sistem sendiri dikategorikan menjadi 2, yaitu sistem diskret dan sistem kontinyu. *Sistem diskret* mempunyai maksud bahwa jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah seketika itu juga pada poin waktu terpisah, misalnya pada sebuah bank dimana variabelnya adalah jumlah nasabah yang akan berubah hanya ketika nasabah datang atau setelah selesai dilayani dan pergi. Sedangkan *Sistem kontinyu* mempunyai arti jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah secara terus menerus (kontinyu) mengikuti jalannya waktu, misalnya pesawat terbang yang bergerak diudara dimana variabelnya seperti posisi dan kecepatannya akan terus dan bergerak.



Gambar 2.2 Kerangka Sistem
Sumber: Suryani Pemodelan dan Sistem (2006)

2.9 Dinamika Sistem

Sistem dinamik didefinisikan sebagai sebuah bidang untuk memahami bagaimana sesuatu berubah menurut waktu (Forester, 1999 dalam Purnomo 2005). Sistem dinamik merupakan metoda yang dapat menggambarkan proses, perilaku, dan kompleksitas dalam sistem (Hartisari, 2007). Metodologi sistem dinamik ini telah dan sedang dikembangkan sejak diperkenalkan pertama kali oleh Jay W. Forester pada tahun 1950-an sebagai suatu metoda pemecahan masalah-masalah kompleks yang timbul karena ketergantungan sebab akibat dari berbagai macam variabel di dalam sistem.

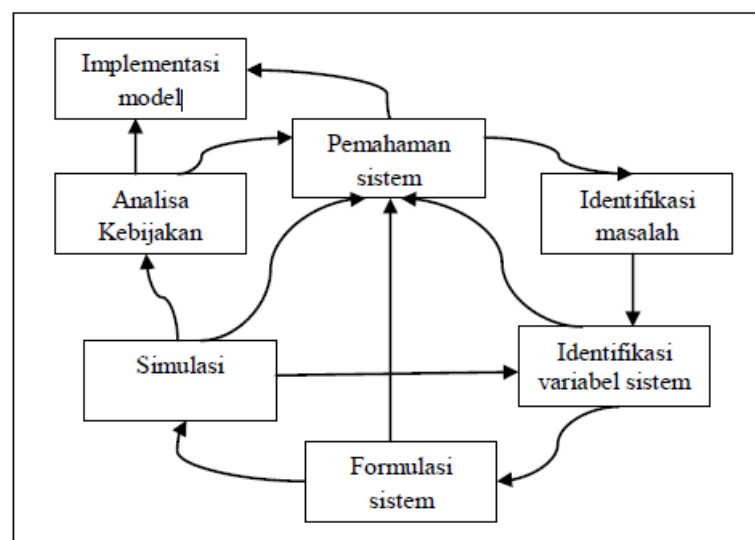
Sistem dinamik dititikberatkan pada penentuan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku masalah-masalah yang dapat dimodelkan dengan menggunakan sistem dinamik. Dalam metodologi sistem dinamik yang dimodelkan adalah struktur informasi sistem yang didalamnya terdapat sumber informasi dan jaringan aliran informasi yang saling terhubung .

Model dinamik merupakan suatu metode pendekatan eksperimental yang mendasari kenyataan-kenyataan yang ada dalam suatu sistem untuk mengamati tingkah laku sistem tersebut (Richardson dan Pugh, 1986 dalam skripsi Nuroniah, 2003). Tujuan metodologi sistem dinamik berdasarkan filosofi sebab akibat adalah mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang cara kerja suatu sistem. Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik adalah:

1. Identifikasi dan definisi masalah
2. Konseptualisasi sistem
3. Formulasi model
4. Simulasi model
5. Analisa kebijakan
6. Implementasi kebijakan

Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik ini diawali dan diakhiri dengan pemahaman sistem dan permasalahannya sehingga membentuk suatu lingkaran tertutup. Diagram pendekatan metoda sistem dinamik dapat dilihat pada gambar 2.1. Dalam konteks sistem dinamik terdapat tiga komponen utama, yaitu :

1. Pengambilan keputusan, adalah suatu usaha untuk menyelesaikan masalah dan melakukan sesuatu.
2. Analisis sistem umpan balik, berhubungan dengan penggunaan informasi secara tepat untuk mengambil keputusan tersebut.
3. Simulasi, memberikan representasi kepada para pengambil keputusan terhadap hasil dari keputusan di masa mendatang.



Gambar 2.3 Diagram pendekatan metode sistem dinamik
(Widayani, 1999 dalam Rahayu, 2006)

Dalam penyusunan suatu model dinamik terdapat tiga bentuk alternatif yang dapat digunakan yaitu verbal, visual dan model matematis. Model verbal adalah model sistem yang dinyatakan dalam bentuk kata-kata. Model visual dinyatakan dalam bentuk diagram dan menunjukkan hubungan sebab akibat banyak variabel secara sederhana dan jelas. Model visual juga dapat direpresentasikan ke dalam bentuk model matematis yang merupakan perhitungan-perhitungan terhadap suatu sistem. Semua bentuk perhitungannya bersifat ekuivalen, dimana setiap bentuk berperan sebagai alat bantu yang dapat dimengerti.

Menurut Hartisari (2007), simulasi yang menggunakan model dinamik dapat memberikan penjelasan tentang proses yang terjadi dalam sistem dan prediksi.

Model sistem dinamik dapat dinyatakan dan dipecahkan secara numerik dalam sebuah bahasa pemrograman. Perangkat lunak khusus untuk sistem dinamik telah banyak tersedia seperti *Dynamo*, *Simile*, *Powersim*, *Vensim*, *I-think* dan lain-lain.

1. Powersim

Pada pertengahan 1980-an penelitian yang disponsori pemerintah Norwegia yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pendidikan sekolah tinggi menggunakan model dinamika sistem. Proyek ini menghasilkan dalam pengembangan Musa, sistem berorientasi objek ditujukan terutama pada pengembangan game berbasis simulasi untuk pendidikan. Powersim kemudian dikembangkan sebagai lingkungan berbasis Windows untuk pengembangan model sistem dinamika yang juga memfasilitasi kemasan sebagai permainan interaktif atau lingkungan belajar.

2. Vensim

Vensim adalah sebuah perangkat lunak simulasi yang dibuat oleh Ventana Systems, Inc (Harvard, Massachusetts). Tujuannya adalah untuk membantu perusahaan untuk menemukan solusi optimal untuk berbagai situasi yang membutuhkan analisis dan di mana itu diperlukan untuk mengetahui semua hasil yang mungkin dari implementasi masa depan atau keputusan. Vensim mampu mensimulasikan perilaku dinamis dari sistem, yang tidak mungkin untuk menganalisis tanpa yang sesuai perangkat lunak simulasi, karena mereka tidak bisa ditebak karena banyak pengaruh, umpan balik dll. Ini membantu dengan kausalitas loop identifikasi dan menemukan poin memanfaatkan (Ventana Systems Inc, 1994).

3. Stella

Awalnya diperkenalkan pada Macintosh pada tahun 1984, perangkat lunak Stella yang disediakan front end grafis berorientasi untuk pengembangan model sistem dinamika. Diagram stok dan aliran, digunakan dalam literatur secara langsung didukung dengan serangkaian alat-alat yang mendukung pengembangan model. Menulis Persamaan dilakukan melalui kotak dialog diakses dari diagram saham dan aliran. IThink tersedia untuk komputer Macintosh dan Windows. 25

4. Dinamo

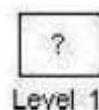
Dynamo adalah sistem dinamika bahasa simulasi pertama, dan untuk waktu yang lama bahasa dan lapangan dianggap sinonim. Awalnya dikembangkan oleh Jack Pugh di MIT bahasa dibuat secara komersial tersedia dari Pugh-Roberts di awal 1960-an. Dynamo hari ini berjalan pada PC yang kompatibel di bawah Dos / Windows. Ini menyediakan lingkungan pengembangan berbasis persamaan untuk model dinamika sistem.

Pemilihan *Powersim* sebagai *software* untuk simulasi model adalah karena kemudahan dan ketersediaan pada saat penelitian. Pemodelan dinamik terdiri dari variabel-variabel yang saling berhubungan. Dalam *Powersim* yaitu perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi terdapat variabel-variabel yaitu *level*, *rate*, *auxiliary* dan *constant* (*Powersim*, 1996).

Pada model yang telah dibuat, data kuantitatif dimasukan dengan meng-*klik* variabel-variabel yang tersedia seperti *level*, *rate*, *auxiliary* dan *constant*. Kemudian nilai atau formula matematika di inputkan ke dalam variabel-variabel tersebut untuk mengkalkulasi model. Adapun definisi dari masing-masing jenis variabel tersebut adalah sebagai berikut.

a. Level

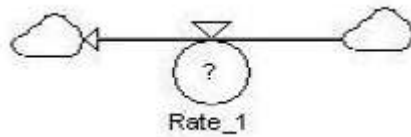
Level merupakan variabel yang menyatakan akumulasi sejumlah benda, contohnya jumlah produksi padi. *Level* dipengaruhi oleh variabel *rate* dan dalam *Powersims* dinyatakan dengan simbol persegi. Seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.4 Simbol variabel level

b. *Rate*

Rate adalah penambahan atau pengurangan pada *level* per satuan waktu. Dalam *Powersim*, *rate* dinyatakan dengan simbol seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.5 Simbol variabel rate

c. *Auxiliary*

Auxiliary merupakan variabel tambahan untuk menyederhanakan hubungan informasi antara *level* dan *rate*, dengan kata lain variabel ini dihitung dari variabel lain. Simbol variabel ini adalah sebuah lingkaran seperti gambar 2.4.



Gambar 2.6 Simbol Variabel Auxiliary

d. *Constanta*

Constanta merupakan input bagi persamaan dalam *rate* baik secara langsung maupun melalui variabel *auxiliary*. Variabel ini menyatakan nilai parameter dari sistem riil yang nilainya konstan selama simulasi. Simbol dari variabel *constant* adalah seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.7 Simbol Variabel Constanta

e. Garis penghubung

Garis penghubung menghubungkan antara satu variabel ke variabel lainya atau antara variabel dengan konstanta. Garis penghubung ini disimbolkan dengan panah seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.8 Simbol Garis Penghubung

Dinamika Sistem (SD) mempunyai kapasitas dalam memformulasikan perilaku dinamis sebuah sistem dari waktu ke waktu dan dalam berbagai skenario kondisi dan asumsi. Sistem Dinamik dapat menginvestigasi penyebab dan dampak hubungan antara pengurangan armada kapal pelra beserta tingkat perekonomian di suatu daerah . Melalui pemahaman yang lebih baik, proses pembelajaran mengenai suatu sistem armada pelra yang melayani rute kepulauan kecil di Indonesia yang dapat membantu para pengambil keputusan untuk melakukan pemecahan masalah dalam kasus tersebut.

2.10 Simulasi

Simulasi adalah aktifitas untuk menarik kesimpulan tentang perilaku sistem dengan mempelajari perilaku model dalam beberapa hal yang memiliki kesamaan dengan sistem sebenarnya (Gotfried, 1984 dalam Nuroniah, 2003). Simulasi adalah peniruan perilaku suatu gejala atau proses yang bertujuan untuk memahami gejala atau proses tersebut, membuat analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut di masa depan. Simulasi dilakukan dengan tahapan yaitu penyusunan konsep, pembuatan model, simulasi dan validasi hasil simulasi.

Keuntungan penggunaan simulasi antara lain dapat memberikan jawaban apabila model analitik yang digunakan tidak memberikan solusi optimal. Model disimulasi lebih realistis terhadap sistem nyata karena memerlukan asumsi yang lebih sedikit (Siagan, 1987 dalam Nuroniah, 2003).

Analisis tingkah laku model dapat dilakukan dengan menggunakan simulasi komputer. Simulasi merupakan penyelesaian persamaan matematis secara bertahap dari suatu

sistem untuk mengetahui perubahan yang terjadi, sehingga dapat dipelajari perilaku sistem tersebut. Metode simulasi mempunyai keunggulan yaitu pada kemampuannya memberikan informasi secara cepat.

2.11 Gelombang Laut

Gelombang laut merupakan suatu fenomena alam berupa kenaikan dan penurunan air secara perlahan dan dapat dijumpai di seluruh dunia. Gelombang yang berada di laut sering nampak tidak teratur dan sering berubah-ubah. Hal ini bisa diamati dari permukaan airnya yang diakibatkan oleh arah perambatan gelombang yang sangat bervariasi serta bentuk gelombangnya yang tidak beraturan, apalagi jika gelombang tersebut dibawah pengaruh angin.

Angin yang berhembus di atas permukaan air yang semula tenang akan menyebabkan gangguan pada permukaan tersebut, selanjutnya timbul riak-riak gelombang kecil di atas permukaan air. Angin yang bertiup di permukaan laut ini merupakan pembangkit utama gelombang. Apabila kecepatan angin bertambah, riak gelombang tersebut menjadi bertambah besar dan jika angin berhembus terus-menerus akhirnya terbentuk gelombang. Disamping itu, pergerakan massa air yang ditimbulkan oleh angin dapat menghasilkan momentum dan energi sehingga gelombang yang dihasilkan tidak menentu.

Pratikto (2000) mengatakan bahwa bentuk dan perambatan gelombang yang bervariasi serta tidak beraturan sangat mempengaruhi karakteristik gelombang yang terjadi pada perairan tersebut. Selain terjadi perubahan tinggi, panjang dan kecepatan gelombang juga terjadi fenomena lain seperti pendangkalan, refraksi, difraksi dan pantulan sebelum gelombang tersebut pecah. Pendangkalan gelombang adalah proses berkurangnya tinggi gelombang akibat perubahan kedalaman dimana kecepatan gelombangnya berkurang dan akibatnya juga terjadi refraksi karena arah gerak puncak gelombang mengikuti bentuk kontur kedalaman laut. Refraksi ditekankan pada perubahan tinggi gelombang karena pembelokan arah puncak gelombang. Sedangkan difraksi adalah proses pemindahan ke arah daerah yang terlindungi sehingga menyebabkan timbulnya gelombang.

Menurut Tarigan (1986) gelombang laut merupakan gejala alam yang menimbulkan ayunan tinggi dan rendahnya massa air yang bergerak tanpa hentinya pada lapisan permukaan maupun di bawah permukaan laut. Susunan gelombang di laut baik bentuknya maupun macamnya sangat bervariasi dan kompleks sehingga hampir tidak dapat diuraikan dan sulit

digambarkan secara sistematis karena tidak linieran, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang random. Bentuk gelombang yang dihasilkan cenderung tidak menentu dan tergantung pada beberapa sifat gelombang seperti periode dan tinggi gelombang yang dibentuk (Triadmojo, 1999).

Gelombang didefinisikan sebagai ombak yang besar-besar ditengah lautan (Badudu dan Zain,2001). Gelombang laut merupakan salah satu penyebab yang berperan dalam pembentukan maupun perubahan bentuk pantai (Dahuri, 1987). Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu tempat tertentu gelombang tersebut akan pecah dan dilepaskan ke pantai dalam bentuk hempasan ombak. Panjang gelombang dapat dihitung dengan persamaan (Souisa,2002):

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} = 1.56T^2$$

dimana:

T = periode ombak (detik)

g = Percepatan gravitasi = 9,81 m/s²

L= Panjang Gelombang (m)

Selanjutnya apabila dihitung periode ombak signifikan HS, dan tinggi ombak signifikan didapat dari tinggi rerata dari 33% tinggi nilai pencatatan gelombang. Hal yang sama juga dapat digunakan untuk menghitung periode ombak.

Energi total gelombang adalah jumlah energi kinetik dan energi potensial. Energi kinetik adalah energi yang disebabkan oleh kecepatan partikel air karena adanya gerak gelombang sedangkan energi potensial adalah energi yang dihasilkan oleh perpindahan muka air karena adanya gelombang (Triadmodjo, 1996). Energi gelombang berubah dari satu titik ke titik yang lain sepanjang satu panjang gelombang, L , dan energi rerata dihitung dengan persamaan:

$$E = \frac{1}{8} g \rho_0 H^2 L$$

dimana:

ρ_0 = rapat massa, (kg/m²)

H= tinggi gelombang, (m)

L=panjang gelombang,(m)

E= energi, (J)

2.11.1 Arus

Arus merupakan gerakan air yang sangat luas yang sering terjadi pada seluruh lautan. Gelombang yang datang menuju pantai dapat menimbulkan arus pantai (nearshore current). Arus juga dapat terbentuk akibat oleh angin yang bertiup dalam selang waktu yang sangat lama, dapat juga disebabkan oleh ombak yang membentur pantai secara miring.

Dapat pula disebabkan oleh gelombang yang terbentuk dari gelombang yang datang menuju garis pantai. Dengan demikian akan terjadi dua system arus yang mendominasi pergerakan air laut yaitu arus meretas pantai (rip current) dan arus sejajar pantai atau arus susur pantai (longshore current). Arus dapat juga membawa sedimen yang mengapung (suspended sediment) maupun yang terdapat didasar laut. Begitu pula dengan arus susur pantai dan arus meretas pantai. Keduanya merupakan arus yang berperan dalam transport sedimen di sepanjang pantai serta pembentukan berbagai sedimen yang terdapat di

Pantai.

2.12 Angin

Angin merupakan udara yang bergerak dalam arah horizontal. Pergerakan angin disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan udara di antara dua daerah. Angin bergerak dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Menunjukkan arah dari mana angin bertiup.

2.12.1 Pola Angin Umum di Indonesia

Pola angin di Indonesia secara umum dipengaruhi oleh pola angin monsun. pola angin monsun terjadi karena posisi matahari yang berubah selama periode satu tahun. Pada periode Oktober-April, ketika matahari berada di belahan bumi selatan, daerah tekanan rendah terjadi di atas benua Australia dan tekanan tinggi di atas Benua Asia. Akibat perbedaan tekanan ini, maka terjadi aliran massa udara basah dari Asia ke Australia yang mempengaruhi udara di Indonesia, sehingga pada periode ini, sebagian besar wilayah Indonesia terjadi musim hujan. Sebaliknya, pada periode April-Oktober, di mana matahari berada di belahan bumi utara, massa udara dari Australia yang kering mempengaruhi sebagian besar wilayah Indonesia, yang kering mempengaruhi sebagian besar wilayah Indonesia, yang menyebabkan terjadinya musim kemarau.

2.12.2 Pola Angin Lokal

Pola angin lokal sangat dipengaruhi oleh topografi permukaan bumi. Untuk daerah tropis, secara umum angin lokal sering terjadi dan berlangsung teratur, sehingga banyak daerah tropis mempunyai cuaca yang dipengaruhi oleh angin lokal. Angin lokal yang dipengaruhi oleh lokasi dan topografi dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu pertama angin laut dan angin darat serta kedua angin lembah dan angin gunung

2.12.3 Angin Laut

Kejadian angin laut dan angin darat disebabkan oleh adanya perbedaan pemanasan antara permukaan daratan dan lautan oleh radiasi matahari. Pada siang hari permukaan daratan menjadi panas dan ringan dan bergerak ke lapisan yang lebih atas. Untuk mengisi kekosongan udara di permukaan daratan maka udara dari permukaan lautan bergerak menuju daratan dan keadaan disebut angin laut. Kekosongan udara di atas permukaan laut diisi oleh penurunan udara dari lapisan atmosfer yang lebih tinggi. Pada lapisan atmosfer yang lebih tinggi (beberapa ratus meter) terjadi pergerakan udara dari daratan dan lautan, sehingga terbentuklah sirkulasi angin laut.

Angin merupakan pergerakan udara yang dipicu oleh adanya perbedaan tekanan udara sebagai akibat dari perbedaan temperatur di permukaan bumi, dinyatakan dalam arah dan kecepatan. Arah angin dinyatakan dalam derajat sedangkan kecepatan dinyatakan dalam satuan Internasional dan sering menggunakan table / skala yang lebih dikenal dengan sebutan “*Beaufort Scale / Skala Beaufort*” dengan satuan “knots”. (1 knots = 0.5 m/s atau 1.8 – 1.9 km/jam). Ada beberapa kriteria angin yang perlu diketahui oleh kita semua adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Kriteria Angin

No	Kriteria	Kecepatan Angin (Knot)	Keterangan
1	Teduh (<i>calm</i>)	< 1	<i>Calm</i> , asap naik secara vertikal
2	<i>Light Air</i>	1 - 3	Arah angin dapat dilihat dari condongnya asap, tetapi belum dapat ditentukan dengan alat wind vane
3	<i>Light Breeze</i>	4 – 6	Angin terasa pada muka, daun bergoyang. Biasanya wind vane mulai dapat digerakan oleh angin
4	<i>Gentle Breeze</i>	7 - 10	Daun dan ranting kecil bergerak, anginb mengibarkan bendera ringan
5	<i>Moderate Breeze</i>	11 - 16	Debu dan kertas berterbangan, cabang kecil bergerak
6	<i>Free Breeze</i>	17 - 21	Pohon kecil berdaun berayun. Terjadi puncak gelombang kecil pada permukaan air
7	<i>Strong Breeze</i>	22 - 27	Cabang besar bergerak terdengar desingan kawat telpon atau yang lain, sukar memakai payung
8	<i>Near Gale</i>	28 - 33	Seluruh pohon bergerak terasa susah berjalan melawan angin
9	<i>Gale</i>	34 - 40	Cabang patah dan lepas dari pohon, biasanya menghalangi gerak maju
10	<i>Strong Gale</i>	41 - 47	Kerusakan ringan atas bangunan (atap berterbangan)
11	<i>Storm</i> (badai)	48 - 55	Pohon terbongkar, terjadi kerusakan bangunan
12	<i>Violent Storm</i>	56 - 63	Kerusakan meluas
13	<i>Hurricane/Cyclone</i>	> 64	Kerusakan hebat

2.12.4 Angin Darat

Pada malam hari kondisi yang sebaliknya terjadi, meskipun biasanya kecepatan angin tidak terlalu besar. Pada malam hari, terjadi perbaan pendingin akibat adanya pencemaran

radiasi gelombang panjang dari permukaan daratan dan lautan. Permukaan daratan lebih cepat menjadi dingin daripada permukaan lautan yang mempengaruhi udara di atasnya

2.13 Perancangan Kapal

Dalam proses merekonstruksi kejadian kecelakaan KLM. Sampoerna Indah dibutuhkan perancangan kapal ulang di karenakan kapal tersebut sudah tenggelam dan desain kapal tersebut tidak ada. Karena L, B, T, H , Vs kapal tersebut sudah di ketahui maka dari itu akan dilakukan perhitungan selanjutnya dalam melakukan perancangan kapal. Ukuran utama awal ini diperoleh dari berita kecelakaan KLM. Sampoerna Indah. Adapun ukuran utama awal yang perlu diperhatikan pada kapal pembanding antara lain :

- a. LPP (Length Between Perpendicular), yaitu panjang yang diukur antara dua garis tegak, yaitu jarak horizontal antara garis tegak buritan (AP) dengan garis tegak haluan (FP).
- b. Loa (Length overall), merupakan panjang seluruhnya, jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.
- c. B (Breadth), yaitu lebar terbesar diukur pada bagian tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal. Khusus untuk kapal-kapal yang terbuat dari kayu, diukur pada sisi terluar kulit kapal.
- d. H (Height), yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak di sisi kapal.
- e. T (Draught), yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas sampai permukaan air.

2.13.1 Koefisien Kapal

Perhitungan koefisien utama kapal dilakukan dengan menggunakan harga dari Froude Number yang didapatkan berdasarkan ukuran utama yang telah diperoleh sebelumnya. Adapun koefisien utama kapal yang dimaksud antara lain : Block Coefficient (C_b), Midship Coefficient (C_m), Waterplane Coefficient (C_{wp}), Longitudinal Center of Bouyancy (LCB), C_p , Volume Displacement (∇) dan Displacement (Δ). Sehingga untuk tiap set ukuran utama terdapat koefisien utama kapal.

Berikut rumus-rumus yang dipakai untuk menghitung koefisien utama kapal :

❑ **Block Coefficient (C_b)**

$$C_b = -4.22 + 27.8\sqrt{Fn} - 39.1Fn + 46.6 Fn^3$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal.11]

❑ **Midship Coefficient (C_m)**

$$C_m = 0.977 + 0.085(C_b - 0.6)$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-12]

❑ **Waterplane Coefficient (C_{wp})**

$$C_{wp} = 0.180 + 0.860 C_p$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-16]

❑ **Longitudinal Center of Bouyancy (LCB)**

$$LCB = 8.80 - 38.9 Fn \text{ (dalam \%)}$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-19]

❑ **Prismatic Coefficient (C_p)**

$$C_p = \frac{C_b}{C_m}$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*]

❑ **Volume Displacement (∇)**

$$\nabla = L.B.T.C_b$$

❑ **Displacement (Δ)**

$$\Delta = \nabla * 1.025$$

2.13.2 Berat Kapal

Berat kapal terdiri dua komponen yaitu LWT (leight weight tonnage) dan DWT (dead weight tonnage) komponen DWT kapal meliputi.

a. Berat bahan bakar

- b. Berat minyak pelumas
- c. Berat air tawar
- d. Berat kru
- e. Penumpang serta barang bawaannya
- f. Berat provision

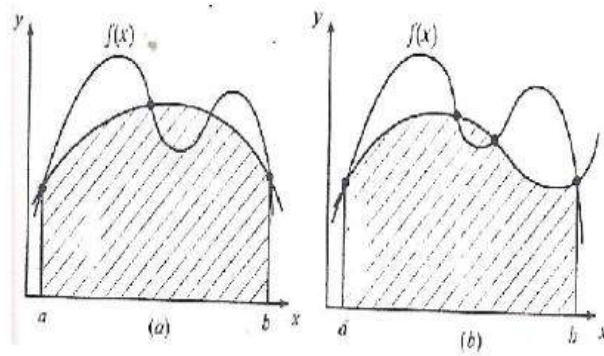
Sedang untuk LWT kapal memiliki komponen yang meliputi :

- Berat kapal kosong
- Berat dan instalasi perlengkapan
- Berat permesinan

Dalam perhitungan berat baja pada penelitian ini menggunakan acuan aturan BKI tahun 2013 tentang kapal ukuran dibawah 24 m. Meliputi *BKI-Rules for small Vessel up to 24m section B Glass Fiber Reinforced Plastic Hulls*, Hal 36. *BKI-Rules for small Vessel up to 24m section D Wooden Hulls*, Hal 69. *BKI-Rules for small Vessel up to 24m section F Metal Hulls*, Hal 103.

2.13.3 Metode Simpson

Disamping menggunakan metode trapesium dengan integral yang lebih kecil, cara lain untuk mendapatkan perkiraan dengan ketelitian yang lebih teliti adalah menggunakan polynomial order lebih tinggi untuk menghubungkan titik-titik data. Misalnya apabila terdapat satu titik tambahan diantara $f(a)$ dan $f(b)$, maka ketiga titik dapat dihubungkan dengan fungsi parabola (Gambar 2.11). Apabila terdapat dua titik tambahan dengan jarak yang sama antara $f(a)$ dan $f(b)$ maka keempat titik tersebut dapat dihubungkan dengan polynomial order tiga (Gambar 1 b). Rumus yang dihasilkan oleh integral di bawah polynomial tersebut dikenal dengan metode (aturan) Simpson.



Gambar 2.9 Fungsi Parabola Pada Metode Simpson

Seperti halnya metode Trapezium, metode simpson juga mempunyai faktor simpson (FS). Pada metode simpson, nilai $y = f(x)$, untuk station-station pada *body plan* (body plan metode simpson) diperoleh dengan mengukur jarak dari garis tengah sampai bagian tepi kapal. Untuk *station-station* selain *station AP* dan 0.25, nilai $y = f(x)$ diperoleh dengan mengukur jarak tiap-tiap WL (*Waterline*) pada *station* tersebut. Sedangkan untuk *station AP* dan 0.25, dibuat pias baru dan nilai y diperoleh dengan mengukur jarak pias-pias tersebut dari garis tengah kapal ke bagian tepi kapal. Untuk menghitung luas tiap *station* dengan metode simpson digunakan rumus :

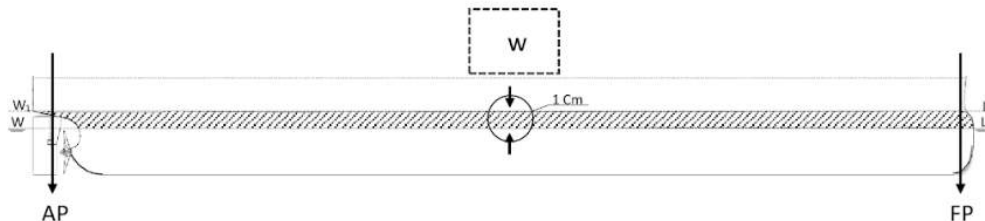
$$A_{AP} = 2 \times \frac{1}{3} \times h \times \Sigma(m^2)$$

Dimana pada perhitungan Σ dilakukan seperti halnya metode trapezium, hanya saja menggunakan faktor simpson. Nilai koreksi perhitungan luas dapat dihitung dengan rumus seperti halnya pada metode trapesium. Dimana nilai luas yang digunakan adalah luas *midship*. Untuk menghitung *Volume displacement* dengan metode simpson dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Vd = \frac{1}{3} \times \Sigma \times \frac{Lpp}{10} (m^3)$$

2.13.4 TPC (Tonnes per centimetre immersion)

TPC adalah sejumlah bobot/berat dalam ton yang diperlukan untuk merubah sarat/draft rata - rata kapal sebesar 1 cm. Kondisi ini memperkirakan penambahan sarat kapal ketika ditambahkan bobot sebesar 1 ton di laut.



Gambar 2.10 Tonnes Per Centimeter Immersion (TPC)
Sumber: Stabilitas Kapal Untuk Perwira Pelayaran Niaga: Vol. I

Ketika sebuah kapal mengapung di laut dengangaris air "W – L" (gambar 2.12). Anggaplah A adalah *Waterplan* kapal tersebut dengan satuan meter persegi. Pada saat sebuah benda (muatan) masuk seberat "w" dimasukkan ke atas kapal, maka hal tersebut akan merubah sarat (*Draft*) rata – rata kapal seberat 1 cm. Garis air kapal kemudian berubah menjadi "W₁ – L₁", karena sarat bertambah 1 cm, dengan demikian muatan (*Massa*) yang dimasukkan ke dalam kapal adalagsama dengan berat TPC pada sarat tersebut. Dan karena volume air yang mana beratnya sama dengan berat muatan (*Massa*) yang dimasukkan haru dipindahkan, maka perbedaan berat a dan "W₁ – L₁" adalagsama dengan TPC.

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= \text{Volume} \times \rho \\ &= A \times \frac{1}{100} = \frac{1,025A}{1,000} \text{ ton} \end{aligned}$$

$$TPC_{SW} = \frac{1,025A}{100} = \frac{AWP}{97,56} \text{ dan } TPC_{FW} = \frac{AWP}{100}$$

$$\Delta \text{Draft} = \frac{W}{TPC}$$

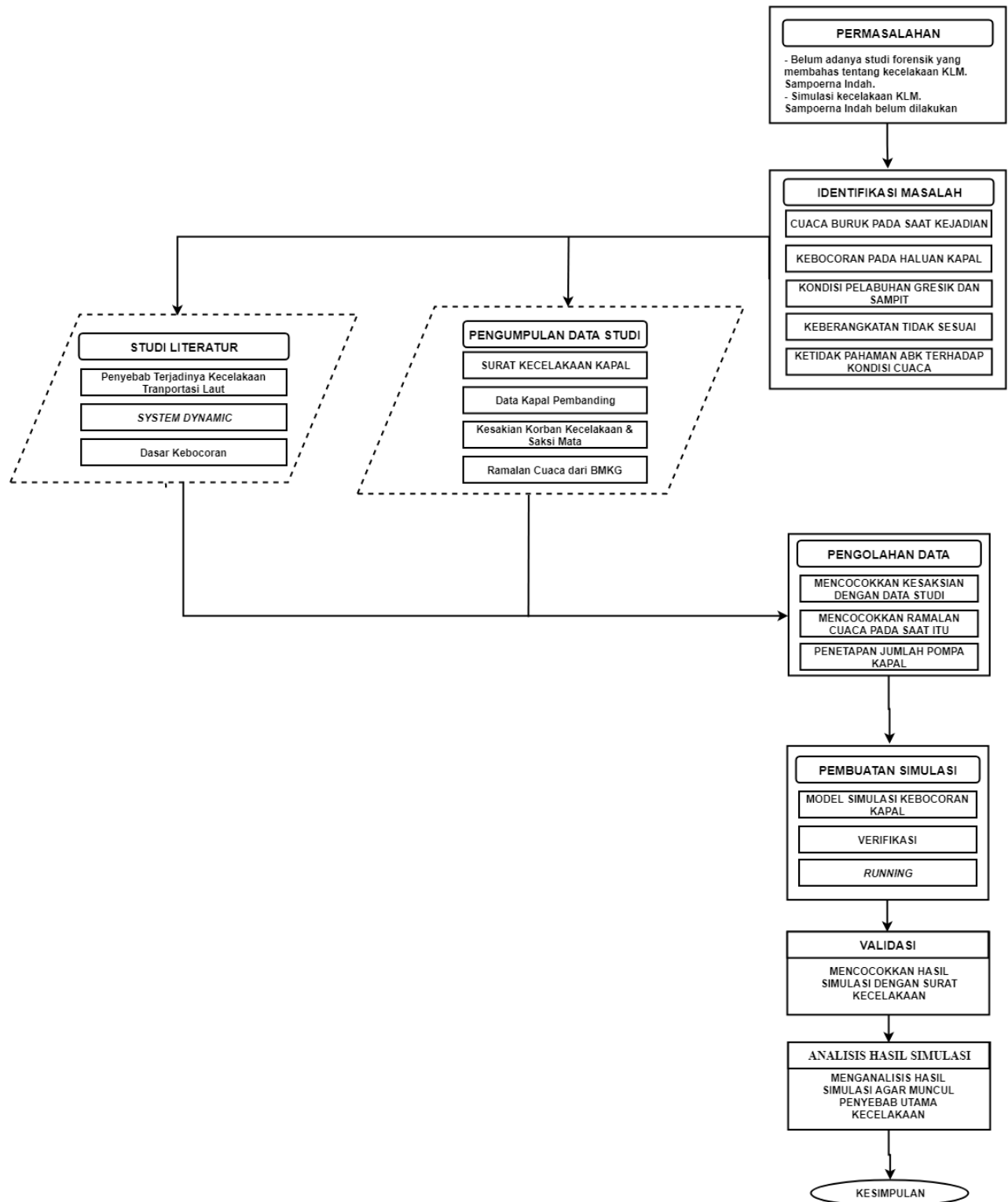
ΔDraft = Perubahan Draft (cm)

W = Berat (ton)

TPC = Ton Percentimeter (Ton/cm)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir



3.2 Tahapan Pengerjaan

Prosedur dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir diatas, yaitu:

1. Identifikasi Masalah

Tahap ini dilakukan untuk memahami kondisi kecelakaan pada saat kejadian tersebut. Bagaimana hasil investigasi kecelakaan KLM. Sampoerna Indah pada thaun itu beserta detail kejadian yang terjadi agar kedepannya tidak terjadi lagi kecelakaan yang serupa.

2. Studi Literatur

Materi yang menjadi rujukan pada penelitian tugas akhir mengenai kapal pelra, cuaca di laut lepas serta model yang di pergunakan untuk mensimulasikan terjadinya kebocoran pada KLM. Sampoerna Indah. Kapal pelra sendiri terdiri dari dua jenis berdasarkan bahan pembuatannya yaitu besi dan kayu. Namun kali ini yang akan di bahas adalah tentang kapal kayu pelra. Dalam pengerjaan tugas akhir ini merujuk pada investigasi melalu surat surat kecelakaan yang ada serta manifest muatan. Literatur tentang kondisi gelombang - gelombang yang akan merusak kapal. Simulasi Dinamika Sistem juga diperlukan untuk mensimulasikan bagaimana kapal tersebut mengalami kebocoran dan pada waktu ke berapa kapal tersebut akan tenggelam. Skenario lainnya juga akan di lakukan agar menemukan berbagai kemungkinan penyebab kejadian kapal tersebut.

3. Pengumpulan Data Studi

Pengumpulan data dengan berkomunikasi secara langsung dari sumber yang bersangkutan. Dari saksi mata yang mengetahui kejadian kecelakaan KLM. Sampoerna Indah. Pengambilan data kapal pembanding juga dilakukan untuk mempermudah investigasi kecelakaan tersebut, dan pengumpulan data mengenai kondisi cuaca yang didapatkan dari BMKG

4. Pengolahan Data

Setelah terkumpulnya data serta literatur, informasi tersebut diuji ketepatan antara data yang terkumpul dengan data yang sesungguhnya terjadi pada obyek yang diteliti

5. Validasi data

Bertujuan untuk menguji ketepatan antara data yang terkumpul dengan data yang sesungguhnya terjadi pada obyek yang diteliti. Seperti mencocokkan surat kecelakaan,

Connosement muatan, data ramalan cuaca yang diperoleh dari BMKG dengan kesaksian yang diberikan oleh saksi kecelakaan KLM. Sampoerna Indah.

6. Pembuatan Simulasi

Pembuatan simulasi kebocoran pada KLM. Sampoerna Indah menjadi salah satu output dari penelitian ini, berfungsi sebagai pemodelan terjadinya kecelakaan kapal tersebut. Dari simulasi ini kita mendapatkan perkiraan waktu kebocoran ini dapat terjadi sehingga menyebabkan kapal ini tenggelam, sehingga apabila terjadi kejadian serupa ABK kapal lain dapat memperkirakan kondisi darurat tersebut dan tindakan apa yang harus dilakukan untuk menyelamatkan nyawa ABK kapal tersebut. Skenario lain juga di buat untuk mensimulasikan faktor – faktor lain yang penyebab kecelakaan. Bisa jadi kebocoran kapal tersebut terjadi bukan karena cuaca buruk melainkan kelalaian pemilik kapal serta ABK dalam perawatan kapal tersebut, keterlambatan penyedia BBM mengantarkan bahan bakar sehingga mengalami perubahan jadwal KLM. Sampoerna Indah, dan adanya tabrakan antar kapal saat sandar sehingga menjadi kerusakan juga tidak menutup kemungkinan dapat menjadi faktor terjadinya kecelakaan kapal.

7. Validasi

Setelah mencocokkan data dengan kesaksian saksi kecelakaan kapal serta mensimulasikan kejadian tersebut kita dapat melakukan validasi penyebab utama terjadinya kecelakaan tersebut.

8. Analisa Hasil Simulasi

Hasil analisa yang didapat dari validasi tadi di cocokkan sehingga muncul faktor – faktor yang mungkin menjadi penyebab lain kecelakaan tersebut

BAB 4 GAMBARAN UMUM

Studi kasus yang dijadikan sebagai objek penelitian untuk pengerjaan tugas akhir ini yaitu KLM Sampoerna Indah yang tenggelam pada 20 Februari 2015 silam dikarenakan terjadinya kebocoran pada badan kapal yang berlokasi di area timur Pulau Bawean dengan titik koordinat GPS 04°.54'.00'LS - 113°.32'.00'BT. akibat dari kecelakaan ini adalah tenggelamnya muatan pupuk *phospat* sebesar 920 ton serta 50 muatan *General Cargo*.

4.1 Tinjauan Objek Penelitian

KLM. Sampoerna Indah merupakan kapal kayu *General Container* yang mengangkut pupuk Phospat dan Barang GC yang melayani rute pelayaran Gresik – Sampit. KLM. Sampoerna Indah sendiri mengalami insiden berupa kebocoran yang diakibatkan cuaca buruk sehingga air laut masuk ke dalam kamar mesin pada hari Minggu, 20 Februari 2015 pukul 00.00 WIB dan akhirnya tenggelam pada pukul 06.30 WIB di Barat pulau Bawean. KLM. Sampoerna Indah mengalami insiden ini ketika sedang berlayar di Timur pulau Bawean. Berikut ini ukuran utama KLM. Sampoerna Indah :

Tabel 2 Data KLM. Sampoerna Indah

Data Kapal	
Nama Kapal	: KLM . SAMPOERNA INDAH
Pemilik Kapal	: PT. SEMANGAT BERSATU
Umur Kapal	: 15 Tahun
Jenis Kapal	: GC
Buatan	: Banyuwangi
Dibuat	: 2007
LOA	: 33.99 m
B	: 12.8 m
D	: 3.86 m
ME	: Cummins (Dibantu Layar)
Daya	: 313 kw
Ukuran kapal	: 399 GT
Jenis Muatan	: Pupuk Phospat & GC
Banyak Muatan	: 970 Ton
Banyak ABK	: 11 Orang
Nakohda	: Amir Hannudin



Gambar 4.1 Dokumentasi KLM. Sampoerna Indah
Sumber: Bapak Alim (pemilik kapal)

KLM. Sampoerna Indah merupakan kapal kayu milik PT. Semangat Bersatu yang dibangun sejak tahun 2007 di galangan Banyuwangi. Kapal ini pada awalnya mengangkut muatan kayu dan bernama KLM. Dharma Indah, namun dikarenakan muatan kayu mulai sepi akhirnya KLM. Dharma Indah mengalami pergantian GT serta nama agar dapat memuat lebih banyak muatan di kapal dan menjadi KLM. Sampoerna Indah.



Gambar 4.2 Dokumentasi KLM. Sampoerna Indah
Sumber: Bapak Alim (pemilik kapal)

Dari data yang diperoleh kapal ini memiliki alat keselamatan serta alat komunikasi yang dapat dibidang sudah mencukupi untuk kebutuhan ABK nya yang berjumlah sepuluh orang. Berikut merupakan daftar alat keselamatan kapal serta pendukung lainnya:

Tabel 3 Perlengkapan Kapal

Alat Keselamatan Kapal	
Rakit Penolong Kembang yang Mampu Menampung 12 orang	1 Buah
Sekoci Kerja yang Mampu Menampung 8 orang	1 Buah
Pelampung Penolong	2 Buah
Baju Penolong	12 Buah
Perangkay Isyarat Tanda Bahaya	1 Buah
Perangkat Telekomunikasi	
Perangkat Telekomunikasi Radio	1 Buah
Perangkat EPIRB	0 Buah
Peralatan Pencegahan Pencemaran Minyak dan Kapasitasnya	
Kapal Telah Dilengkapi Dengan Tangki Penampung Minyak Kotor Tersedia	
Besarnya Lambung Timbul Minimum Musim Panas Ditetapkan	65 cm
Dengan Koreksi Air Tawar Sebesar	7 cm

Tabel 4 Data ABK KLM. Sampoerna Indah

No	Nama	Jabatan	Keterangan
1	Amir Hannudin	Nakhoda/opr	MPR Tk.I
2	Al Amin	Mualim	MPR Tk.I
3	Suriansyah	K.K.M	JMPR Tk.I
4	Amrullah	Masinis	JMPR Tk.I
5	Sapinah	Juru Mudi	
6	Suriansyah	Juru Mudi	
7	Asim	Juru Mudi	
8	Anton	Juru Minyak	
9	Jainudin	Juru Minyak	
10	Jaidun	Juru Masak	
11	Mijai	Kelani	

4.2 Muatan Kapal

Muatan KLM. Sampoerna Indah yang ikut tenggelam pada kecelakaan 20 Februari 2015 kemarin adalah Pupuk *Phospat* sejumlah 920 ton serta barang – barang toko sejumlah 50 ton. Dari kejadian tersebut tidak ada muatan yang selamat, namun 10 ABK yang ikut berlayar untungnya dapat di selamatkan dan di evakuasi oleh nelayan ke daerah Rembang, Jawa Tengah.

4.2.1 Pupuk Phospat



Gambar 4.3 Pupuk *Phospat*

Di Pelra Gresik pupuk merupakan muatan utama yang sering diangkut ke daerah – daerah di Kalimantan. Pupuk bagi petani merupakan produk yang sangat dibutuhkan dalam usaha budidaya pertanian. Dalam usaha pertanian, pupuk memegang peranan yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman yang dipelihara dapat menghasilkan produk pertanian sesuai dengan yang diharapkan. Untuk mencapai hasil produksi tanaman sesuai dengan yang diharapkan, tanaman memerlukan faktor-faktor tumbuh yang optimum. Salah satu faktor tersebut adalah ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Jika tanah setempat tidak dapat menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman, maka pemberian pupuk perlu dilakukan untuk memenuhi kekurangan tersebut. Pemupukan bertujuan untuk menambah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Pemberian pupuk untuk keperluan tanaman dapat dilakukan melalui tanah yang selanjutnya dapat diserap oleh tanaman melalui akar, atau dapat juga pemupukan dilakukan melalui daun yang langsung diserap oleh tanaman.

Penggunaan pupuk fosfat alam untuk pertanian sampai saat ini masih sangat diperlukan oleh petani. Pupuk fosfat alam mengandung fosfor (P) yang merupakan salah satu dari tiga unsur makro atau esensial selain Nitrogen dan Kalium, yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Unsur tersebut tersedia di alam berupa batuan fosfat, yang biasanya digunakan dalam pertanian sebagai pupuk buatan (Suciati, 2004).

Peran pupuk fosfat bagi tanaman adalah sebagai respirasi dan fotosintesis, penyusunan asam nukleat, pembentukan bibit tanaman dan penghasil buah, perangsang perkembangan akar sehingga tanaman akan lebih tahan terhadap kekeringan dan mempercepat masa panen sehingga dapat mengurangi resiko keterlambatan waktu panen.

Pupuk fosfat juga memacu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran yang baik sehingga tanaman dapat mengambil unsur hara lebih banyak dan pertumbuhan tanaman menjadi sehat serta kuat. Menggiatkan pertumbuhan jaringan tanaman yang membentuk titik tumbuh tanaman. Memacu pembentukan bunga dan masakny buah/biji, sehingga mempercepat masa panen. Memperbesar persentase terbentuknya bunga menjadi buah dan biji. Menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit.

Macam-macam pupuk fosfor sebagai berikut :

- Pupuk superfosfat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) yang sangat mudah larut dalam air sehingga mudah diserap oleh akar tanaman. Contoh: Engkel superfosfat (ES) yang mengandung sekitar 15% P_2O_5 , Double superfosfat (DS) yang mengandung sekitar 30% P_2O_5 , dan Tripel Superfosfat (TSP) yang mengandung sekitar 45% P_2O_5 .
- Pupuk FMP (Fused Magnesium Phosphate) atau $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ yang baik digunakan pada tanah yang banyak mengandung besi dan aluminium.
- Pupuk aluminium fosfat (AlPO_4)
- Pupuk besi (III) fosfat (FePO_4)

Pada tahun 2015 harga Pupuk *Phospat* mencapai Rp. 4000,00/kg sedangkan untuk satu sack Pupuk *Phospat* mencapai 50 kg. PT. Anugerah Indah yang bertempat di Gresik sebagai agen pelayaran yang bertanggung jawab sebagai pengirim pupuk *Phospat* ke Sampit juga mengalami kerugian sebesar Rp. 3.650.000.000,00., namun seluruh biaya ini dapat di klaim ke pihak asuransi. Sebab muatan pupuk memang diwajibkan

mengasuransikan muatan tersebut di karenakan muatan pupuk dan semen termasuk muatan yang mahal dan rawan kerusakan.

4.2.2 Barang – Barang Toko



Gambar 4.4 Barang Toko Kelontongan
Sumber: Dokumentasi Penulis

Barang – barang toko atau biasanya industri pelra sering menyebut barang kelontong juga sering dimuat oleh kapal pelra Indonesia. Jenisnya juga bermacam – macam sesuai kebutuhan pemilik toko. Sebagai contoh triplek, tandon, perabotan rumah tangga, spiral, dll.

Tabel 5 Daftar Muatan GC

No.	Barang	Total	Supplier
1	Bio Tank	Rp 17,376,000.00	PT. FURTECON
2	Timbangan	Rp 6,560,000.00	UD. SINAR KENCANA
3	Tong Sampah 120 Ltr	Rp 9,876,533.00	UD. PERDANA
4	Pipa Holo uk. 20x40	Rp 105,000,000.00	PT. GIAS
5	Bak Mandi Walrus	Rp 17,940,000.00	PT. FNB INDONESIA
6	Reng Baja Ringan	Rp 29,000,000.00	PT WIHARTA PRAMETAL
7	Canal C Baja Ringan	Rp 105,000,000.00	PT WIHARTA PRAMETAL
8	Besi Warmes dan Besi UNP	Rp 104,125,000.00	VICTORY BARU
9	Tali Hank dan Selang Spiral	Rp 49,225,900.00	UD. ROSARIA
10	Besi WF dan Besi Siku	Rp 50,315,500.00	VICTORY BARU
11	Selang,Tali, Knee, Jerigen dan Pipa	Rp 163,852,991.00	UD. CANDRA
12	Drum Plastik Biru	Rp 35,250,000.00	H. FAESOL
13	resin, katalis dan Kain Mat	Rp 45,390,000.00	PT.JUSTUS KIMIA RAYA
14	Sarung Tangan	Rp 17,625,000.00	PT.INDOCON SUKSES ABADI

Barang diatas merupakan daftar muatan yang dimiliki pihak kapal yaitu PT. Semangat Bersatu. Pada waktu itu perusahaan pemilik kapal juga mengirimkan muatan dari berbagai pemilik barang toko ke sampit. Data tersebut di dapatkan dari surat klaim asuransi sehingga kerugian muatan tidak sepenuhnya di tanggung oleh perusahaan pengirim barang.

4.3 Kapal Pembanding



Gambar 4.5 KLM. Rukun Abadi
Sumber: Dokumentasi Penulis

KLM. Rukun Abadi merupakan kapal yang di jadikan pembanding pada kasus kali ini. Kapal ini berlayar dari Kalimas – Sanana (Maluku Utara). Kapal tersebut memiliki umur 10 tahun, dan melakukan perbaikan setiap 5 bulan 2 kali perbaikan. Berikut ini merupakan data KLM. Rukun Abadi:

Tabel 6 Data Pendukung KLM. Rukun Abadi

KLM. Rukun Abadi	
Lebar (m)	14
Tinggi (m)	7
Kecepatan (knot)	7
Umur	10



Gambar 4.6 Pompa Kapal
Sumber: Dokumentasi Penulis

Kapal ini memiliki pompa 4 buah dan masing – masing pompa memiliki kapasitas 85 m³/jam. pompa berfungsi jika ada air yang berlebih masuk kedalam kapal,air terebut akan digunakan untuk mendinginkan mesin utama dan selebihnya dikeluarkan ke luar kapal.



Gambar 4.7 Ruang Muat Kapal
Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 4.7 merupakan kondisi ruang muat dari sudut pandang kamar mesin. Gambar ini juga menjelaskan bahwa antara kamar mesin dan ruang muat tidak ada sekat begitu juga bagian haluannya (hal ini juga berlaku pada kapal Pelra kebanyakan). Antara ruang muat dan ruang mesin ada sekat namun sekat ini seperti pagar dan memiliki sela yang berfungsi agar muatan tidak berubah – ubah posisinya.



Gambar 4.8 Bagian haluan Kapal
Sumber: Dokumentai Penulis

Kebetulan pada waktu survey dilakukan, kapal tersebut sedang melakukan perbaikan lambung kapal. Kerusakan tersebut diakibatkan oleh terjangan gelombang dilaut. Rata – rata untuk melakukan proses perbaikan lambung kapal memakan waktu sekitar 1 bulan, tergantung kerusakan dan jumlah pekerja yang melakukan perbaikan tersebut.

4.4 Pelabuhan Pelra Gresik



Gambar 4.9 Pelra Gresik
Sumber: Dokumentasi Penulis

Pelabuhan Pelra Gresik berlokasi di Jl. Pelabuhan Gresik, Kebungson Kecamatan. Gresik Kabupaten Gresik. Pelabuhan Pelayaran Rakyat (Pelra) Gresik termasuk yang terbesar di Jawa Timur. Lokasinya di Selat Madura atau sebelah utara Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Pada tahun 2011 tidak kurang dari 1.500 kapal yang mengunjungi

Pelabuhan Gresik. Bandingkan misalnya dengan Pelabuhan Kalimas Surabaya yang hanya dikunjungi 898 kapal. Pelabuhan Gresik juga menjadi akses utama untuk menuju Pulau Bawean – wilayah kabupaten Gresik yang terletak di utara di Laut Jawa.

Puluhan kapal pinisi bersandar rapi di Pelabuhan Rakyat (Pelra) Gresik. Aktivitas tradisional bongkar-muat dengan tenaga manusia tetap berlangsung. Sejak 626 tahun silam atau tahun 1389, kegiatan ekonomi itu sudah jadi penggerak ekonomi kota yang kini bernama Kabupaten Gresik. Sekarang memang sudah banyak perubahan. Baik kondisi pelabuhan maupun komoditas barangnya dikelola perusahaan pelat merah PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Gresik.

Pelabuhan ini mayoritas melayani muatan pupuk dan semen yang dikirim pemilik ke Kalimantan. Selain itu kapal disini juga memuat barang – barang klontongan seperti tandon, triplek, pipa, spiral, dll. Pelabuhan ini juga termasuk pelabuhan rakyat terpadat setelah Pelra Kalimas yang berlokasi di Tanjung Perak, Surabaya, Jawa Timur.



Gambar 4.10 Pelra Gresik
Sumber: <https://www.pelindo.co.id>

Lokasi Pelra Gresik sesuai gambar 4.10 berada di area yang berdekatan dengan dermaga nusantara yang memiliki sarat kedalaman -6 LWS. Untuk dermaga pelayaran rakyat sendiri memiliki sarat kedalaman sebesar -3 LWS.

	Dermaga	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman Kolam (M LWS)
A	Dermaga Curah Kering & Log	279	40	-6
B	Dermaga Multipurpose	146	10	-7
C	Dermaga Curah Cair Internasional	218	5	-12
D	Dermaga Curah Cair Internasional	198	5	-9
E	Dermaga 70	70	10	-6
F	Dermaga Nusantara	265	10	-6
G	Dermaga Pelayaran Rakyat	180	10	-3
H	Dermaga Talud Tegak	785	5	-3
I	Dermaga 78	78	30	-7

Gambar 4.11 Dimensi Pelabuhan Pelra Gresik
Sumber <https://www.pelindo.co.id>

4.5 Pelabuhan Pelra Sampit

Pelabuhan Pelayaran Rakyat (Pelra) Sampit berada di daerah Kalimantan Tengah tepatnya di Jl. Mentawa Baru Hulu, Kotawaringin, Kabupaten Kotawaringin Timur. Pelabuhan ini melayani muatan dari pulau Kalimantan ke pulau Jawa. Lokasinya berada di sepanjang Teluk Sampit. Pelabuhan ini berada dibawah naungan PT. Pelabuhan Indonesia III Cabang Sampit, namun untuk lokasi sandar kapal yang menjadi bahasan tugas akhir ini berada di kantor – kantor kecil yang berada di daerah pelabuhan pusat.

Pelabuhan ini berfungsi untuk melayani kapal – kapal kayu kecil untuk mengirimkan maupun menerima muatan dari berbagai daerah yang ada di Indonesia. Pelabuhan ini merupakan pelengkap dari progam tol laut agar kebutuhan barang dapat terpenuhi keseluruh pulau yang ada di Indonesia. Dermaga Pelabuhan Pelayaran Rakyat (Pelra) Sampit memiliki panjang 316 meter dan lebar 10 meter dengan kedalaman laut -

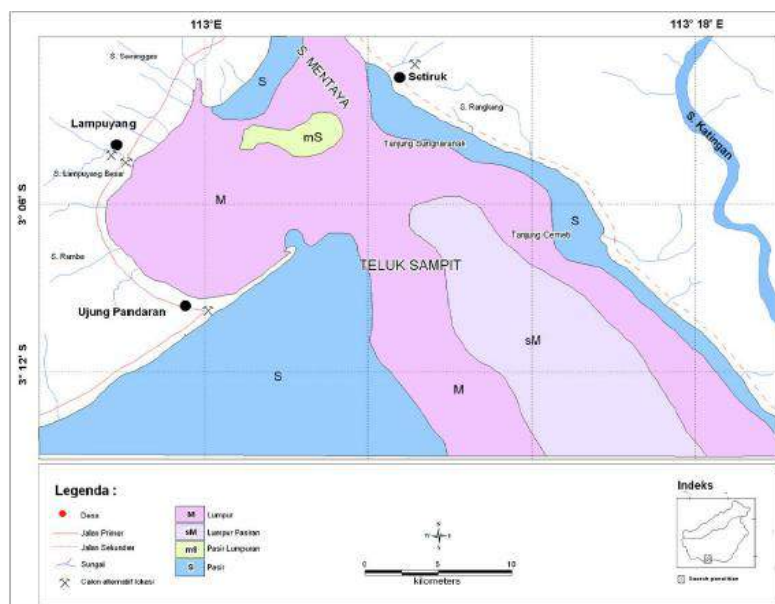


Gambar 4.12 Pelabuhan Sampit
Sumber <https://www.pelindo.co.id>

	Dermaga	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman Kolam (M LWS)
A	Dermaga Sampit	316	10	-5
B	Dermaga Multipurpose I Bagendang	120	25	-6,5
C	Dermaga Multipurpose II Bagendang	120	25	-6,5
D	Dermaga CPO I Bagendang	100	5	-6,5
E	Dermaga CPO II Bagendang	141,5	5	-6,5

Gambar 4.13 Dimensi Pelabuhan Sampit
Sumber <https://www.pelindo.co.id>

Dari gambar 4.13 pelindo tidak menuliskan berapa sarat kedalaman di Pelra Sampit, hal ini di karenakan untuk sandar kapal Pelra Sampit sendiri berada di daerah sekitar pelabuhan sampit. Jadi dapatdi tarik kesimpulan bahwa kedalaman pelra Sampit sebesar - 6,5 LWS.



Gambar 4.14 Alur Sungai Mentaya
Sumber: Jurnal, I Wayan Luga, IKG Aryawan dan L. Arifin

Pada gambar 4.14 menjelaskan tentang struktur tanah pada sungai Mentaya. Sungai Mentaya sendiri merupakan pintu masuk menuju pelabuhan Sampit. Dari gambar diatas, komposisi pasir dan lumpur mendominasi area masuk pelabuhan Sampit.

BAB 5 PEMBAHASAN

5.1 Studi Forensik Kecelakaan

Untuk mensimulasikan kecelakaan KLM. Sampoerna Indah dibutuhkan pengumpulan data - data sebagai pendukung proses pembuktian simulasi tersebut, hal ini di sesuaikan dengan kondisi pada saat hari terjadinya kecelakaan tersebut sampai dengan kondisi terkini daerah pelayaran yang diambil sebagai studi kasus kecelakaan kapal. Data – data pendukung tersebut meliputi kesaksian ABK yang selamat dari kejadian tersebut serta orang yang berada di sekitar lokasi kejadian, kondisi cuaca pada saat terjadinya kecelakaan, kondisi pelayaran Gresik – Sampit yang didapatkan dari survey penulis kepada ABK yang biasanya berlayar melewati alur tersebut, rekonstruksi kejadian dari pihak Syahbandar, dll.

5.1.1 Rekonstruksi Kejadian

Kronologi kejadian KLM. Sampoerna Indah tenggelam di laut Jawa, pada hari Rabu tanggal 18 Februari 2015 jam 20.30 WIB. KLM. Sampoerna Indah berangkat dari pelabuhan Gresik tujuan Sampit dengan muatan pupuk Phospat sebanyak 920 Ton dan GC 50 Ton, dan kemudian setelah keluar dari kolam berlayar di selat Madura menuju muara Surabaya atau Karang Jamuang. Pada jam 23.30 WIB kapal berlayar melewati buoy no.5 dengan menetapkan haluan kapal 010° untuk menuju Timur pulau Bawean. Selama dalam pelayaran menuju pulau Bawean keadaan cuaca baik - baik saja, angin dari arah Barat Daya, ombak ± 50 cm dan kecepatan kapal 5.6 s/d 6 Knot.

Pada tanggal 19 Februari 2015 jam 11 siang posisi kapal berada di Timur pulau Bawean, pada posisi 05°.40'.00'LS - 113°.00'.00'LT keadaan kapal dalam baik semua, dan cuaca angin dari arah Barat, ombak ± 50 s/d 70 cm, pada jam 12.00 WIB haluan kapal bergerak ke kiri dengan haluan 360°. Sehingga dapat dikatakan pada saat tersebut perairan bisa dikatakan dalam kondisi tenang.

Pada tanggal 19 Februari 2015 jam 20.00 cuaca mulai berubah, hujan turun dan angin kencang, ombak mulai naik ± 1 s/d 1.5 meter dan posisi kapal mulai berkurang, hanya 3,5 s/d 4 knot. Menurut kesaksian kapten KLM. Sampoerna Indah pada pukul 21.00 WIB sudah diketahui ada air masuk namun masih sedikit, dan memang biasanya

dalam pelayaran Pelra hal ini sudah biasa terjadi akibat adanya kebocoran kecil di haluan kapal tersebut.

Kemudian pada tanggal 20 Februari 2015 jam 00.00 WIB cuaca terus memburuk, angin sangat kencang, KKM (Kepala Kamar Mesin) naik ke anjungan ruang kemudi memberitahukan bahwa air di ruang kamar mesin mulai penuh dan kemudian airnya dipompa keluar. Pada saat itu juga kapten kapal memerintahkan juru mudi untuk memutar haluan ke timur untuk mengarungi olengan pada kapal. Pada hari Jumat tanggal 20 Februari jam 03.00 WIB kapal berlayar diarahkan menuju mendekati kapal nelayan.

Pada jam 04.30 WIB KKM memberitahukan bahwa pompa air tidak mengatasi lagi air di ruang kamar mesin, pada saat itu juga saya perintahkan ABK (Anak Buah Kapal) agar bersiap - siap untuk menyelamatkan diri dengan memakai baju renang masing - masing, kemudian ABK menurunkan rakit penolong dan semuanya sudah berada diatas rakit, pada posisi 04°.54'.00'LS - 113°.32'.00'BT.

Kemudian pada jam 07.00 WIB Seluruh ABK ditolong kapal nelayan yaitu KMN Putra Usaha I dan KMN Riski Tirta Santika kemudian ABK KLM. Sampoerna Indah dibawa ke Rembang. Pada hari sabtu tanggal 21 Februari 2015 jam 12.30 WIB ABK KLM. Sampoerna Indah tiba di pelabuhan TPI (Tempat Penampungan Ikan) Rembang dan langsung melapor ke Pol Airud dan Karnia Rembang untuk dimintai kesaksian atas tenggelamnya kapal tersebut.

Kesaksian – kesaksian oleh ABK dan saksi mata yang berada di lokasi kejadian kejadian dikumpulkan dan di rekap oleh pihak Syahbandar Gresik untuk di buat kan berita kecelakaan. Berita kecelakaan ini berfungsi untuk mempermudah pemilik muatan meminta *claim* kepada pihak asuransi muatan serta memudahkan pihak – pihak lainnya untuk menjadi bahan koreksi pemerintah supaya kedepannya tidak terjadi hal serupa di Indonesia.

Peristiwa kecelakaan ini tidak menimbulkan korban, namun semua muatan yang meliputi 950 ton Pupuk Phospat milik PT. Sasco serta muatan General Cargo 50 ton milik bapak Alim dari PT. Karya Jaya (Pemilik Kapal) ikut tenggelam bersama kapal tersebut. Semua korban selamat dan dikembalikan ke daerah masing – masing.

5.1.2 Kronologi Kejadian

Tabel 7 Timeline dan Koordinat kejadian
Sumber: Berita Acara

Rekonstruksi Kejadian				
No	Tanggal	Waktu	Koordinat	Keterangan
1	18/02/2015	20.30 WIB	-	Berangkat dari Gresik menuju Sampit, cuaca bagus, kecepatan kapal 5,6-6 knot
2	19/02/2015	11.00 WIB	05°.40'.00'LS - 113°.00'.00'LT	Berada di Timur pulau bawean, keadaan kapal baik2 saja, ombak 50-70 cm
3	19/02/2015	20.00 WIB	05°.04'.00'LS -113°.03'.00'LT	Cuaca mulai memburuk hujan turun angin mulai kencang ombak naik 1-1,5 meter,kecepatan berkurang menjadi 3,5-4 knot
4	20/02/2015	00.00 WIB	-	cuaca terus memburuk, angin sangat kencang dari arah Barat, ombak setinggi 2 m, KKM (Kepala Kamar Mesin) naik ke anjungan ruang kemudi memberitahukan bahwa air di ruang kamar mesin mulai penuh dan kemudian airnya dipompa keluar
5	20/02/2015	03.00 WIB	-	Kapal Berlayar mendekati kapal nelayan
6	20/02/2015	04.30 WIB	-	Pompa sudah tidak dapat mengatasi air yang masuk. ABK di arahkan untuk segera memakai alat keselamatan, rakit penolong, lalu abk menaiki rakit tersebut
7	20/02/2015	06.30 WIB	04°.54'.00'LS - 113°.32'.00'BT	Kapal mulai tengelam
8	20/02/2015	07.00 WIB	04°.54'.00'LS - 113°.32'.00'BT	Korban ditolong kapal nelayan yaitu KMN Putra Usaha I dan KMN Riski Tirta Santika kemudian kami dibawa ke Rembang.
9	21/02/2015	12.30 WIB	-	Korban tiba di pelabuhan TPI (Tempat Penampungan Ikan) Rembang dan langsung melapor ke Pol Airud dan Karnia Rembang

Gambar diatas merupakan runtutan beserta titik koordinat lokasi alur pelayaran yang sudah dilalui KLM. Sampoerna Indah pada saat mulai berangkat dari Gresik sampai dengan lokasi tenggelamnya kapal tersebut. Data ini bersumber dari berita kecelakaan yang didapatkan dari berita acara yang dikeluarkan pihak Syahbandar demi mempermudah proses pengembalian ganti rugi atas kejadian tersebut oleh pihak Asuransi. Untuk foto berita acara akan dilampirkan.

Titik koordinat diatas di kumpulkan lalu di olah agar dapat memperkirakan letak lokasi kejadian serta memperkirakan tindakan apa saja yang telah dilakukan oleh pihak ABK dalam menaangani kejadian tersebut. Setelah mengolah titik koordinat tersebut maka hasil olahan tadi di pindah ke *google maps* dan akhirnya bisa terlihat perkiraan lokasi kecelakaan terebut. Untuk penjelasannya terdapat pada gambar berikut:

Tabel 8 Koordinat Kejadian

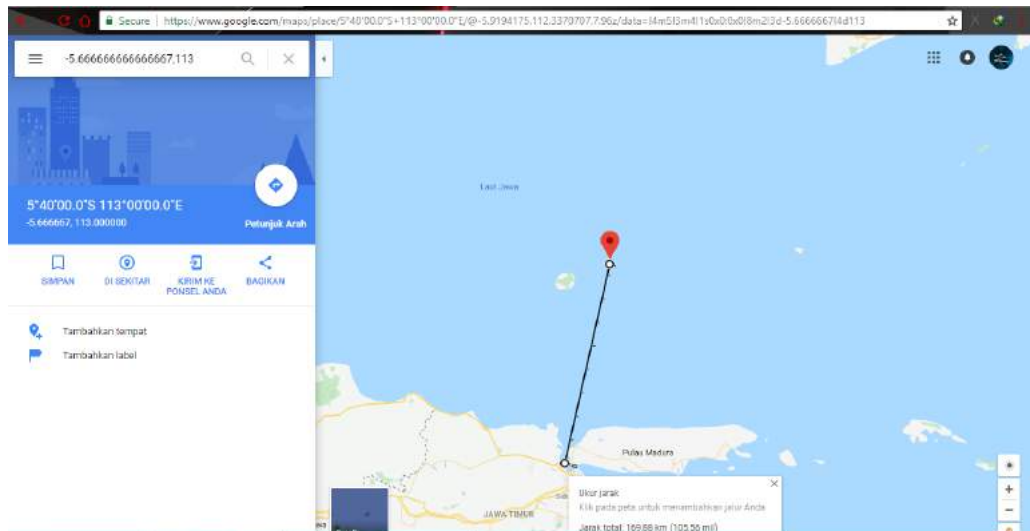
Koordinat	Hasil Koordinat	Jarak Dari Gresik (nm)
05°.40'.00'LS - 113°.00'.00'LT	-5.666666666666667,113	91.72
05°.04'.00'LS - 113°.03'.00'LT	-5.066666666666666,113.05	127.87
04°.54'.00'LS - 113°.32'.00'BT	-4.9,113.53333333333333	158.47

Setelah diolah hasil koordinat tadi, angka yang akan muncul adalah lokasi – lokasi kejadian yang sesuai dengan kesaksian di dalam berita acara. Hal ini akan sangat berguna untuk melakukan penyelidikan dalam kasus kali ini.

Untuk proses penentuan koordinat ini penulis dibantu dengan website pengubah titik koordinat terlebih dahulu dikarenakan apabila langsung memasukkan koordinat langsung , *google maps* tidak akan bisa membaca koordinat tersebut. Maka dari itu untuk memecahkan titik koordinat tersebut agar dapat terbaca oleh *google maps* dibutuhkan bantuan website lain. Untuk tampilannya sebagai berikut:

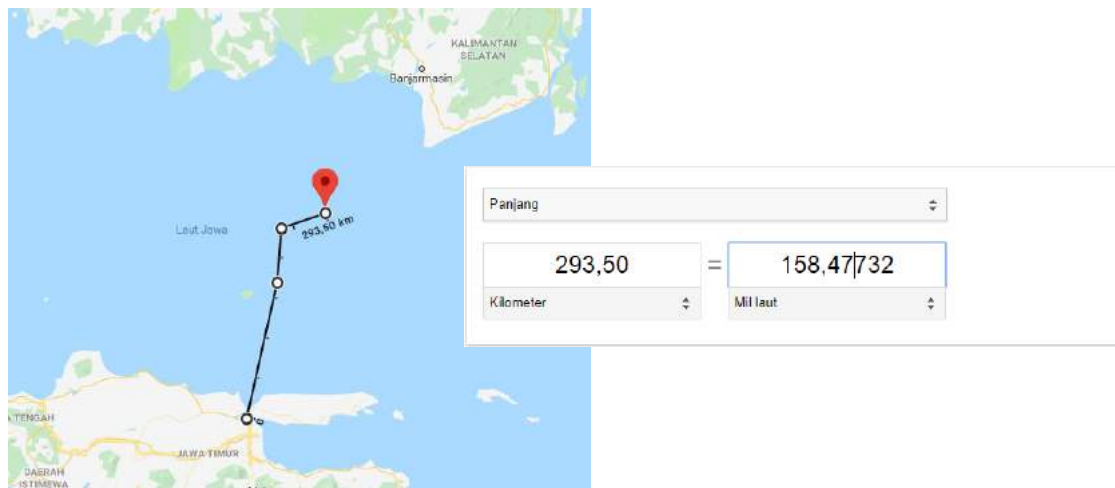
Gambar 5.1 Tampilan Situs Perubah Koordinat
Sumber: www.yogantara.info/

Setelah memasukkan koorinat *GPS* yang terdapat pada berita acara, pilih go, lalu akan muncul hasil dari koordinat *GPS* tadi di kolom *Latitude, Longitude*. Hasil yang keluar setelah itu akan di masukkan ke *google maps* dan setelah itu perhitungan jarak dari Gresik ke titik koordinat yang seuai dengan berita acara baru dapat dilakukan, seperti gambar di bawah:



Gambar 5.2 Tampilan Setelah Titik Koordinat dimasukkan
Sumber: www.google.com/maps

Pada gambar 5.2 dijelaskan bahwa setelah mendapatkan hasil dari perubahan titik koordinat tersebut kita baru dapat melakukan pengukuran dari Gresik ke lokasi – lokasi yang ada di berita acara. Setelah melakukan pengukuran, maka hasil yang keluar akan berupa kilometer, maka dari itu harus dilakukan konversi dari kilometer ke mil laut seperti gambar di bawah:



Gambar 5.3 Konversi Jarak
Sumber: Google.com

Setelah melakukan pengukuran dari Gresik ke titik – titik yang sempat tertulis di berita acara selanjutnya akan dilakukan simulasi gambar hasil dari penentuan titik koordinat tadi akan di bahas di sub bab selanjutnya.

5.1.3 Simulasi Gambar



Gambar 5.4.3 Simulasi Gambar
Sumber: Berita Acara

Gambar 5.1.3 merupakan rangkuman dari tabel timeline kejadian tersebut. Berdasarkan koordinat tersebut kapal sempat berlayar sejauh 158.48 nm dan akhirnya tenggelam pada jarak itu juga. Jarak pelayaran dari Pelra Gresik ke Pelra Sampit sebesar 300 nm. Dan biasanya di tempuh selama 2 – 3 hari tergantung kondisi cuaca dan kecepatan kapal. Pada saat itu KLM. Sampoerna Indah melaju berkisar 5 - 6 knot pada saat cuaca normal. Namun menurut kesaksian kecepatan diturunkan ketika kondisi cuaca mulai memburuk.



Gambar 5.1.3 Jarak Ketika Kapal Mulai Bocor Sampai Tenggelam

Gambar 5.1.3 menggambarkan tentang jarak kondisi pada saat kapal mulai terindikasi bocor kecil sampai dengan kapal tersebut mulai tenggelam. Jarak dari kondisi cuaca mulai buruk sehingga menyebabkan kapal mulai bocor kecil sampai dengan tenggelam sebesar 30,59 nm. Hal ini didapatkan dari berita acara kecelakaan kapal.

Adanya angka 30,59 nm juga dipengaruhi oleh pengurangan kecepatan akibat terjadinya kebocoran kapal tersebut sehingga berdampak besar juga pada total jarak yang dapat ditempuh kapal untuk sampai ke Pelra Sampit.

5.2 Kesaksian

Dari hasil survey kecelakaan KLM. Sampoerna Indah didapatkan kesaksian dari saksi mata berikut juga dengan kesaksian korban yang berada di dalam kapal tersebut. Data primer ini juga di lengkapi dengan opini dari pelayar yang melewati rute Gresik – Sampit. Olahan kesaksian tersebut akan di saring dan di cocokkan dengan data penelitian tentang kondisi daerah pelayaran tersebut serta pengamatan kondisi – kondisi kapal pelra yang ada di Indonesia. Berikut ini merupakan daftar kesaksian yang telah di dapatkan:

Bapak Samsi

- Pada saat itu kapten samsi sempat berkomunikasi dengan kapten KLM. Sampoerna Indah pada pukul 4
- Menurut kapten Samsi tinggi gelombang pada saat itu berkisar 2.2-2.5 m pada saat tengah malam. Padahal biasanya pada ombak 2 m saja kapal tidak berani berlayar
- Namun dikarenakan kapal sampoerna indah memiliki kapasitas mesin yang besar sehingga kapten kapal memutuskan untuk menerjang ombak pada saat itu
- Kejadian tersebut merusak lambung yang menyebabkan kebocoran pada kamar mesin
- Pada pukul 04.00 terdengar suara radio darat yang mengabarkan kapal bocor dan untungnya kapal tersebut berdekatan dengan tempat nelayan berlayar
- Kapal Sampoerna Indah sebenarnya sudah bisa berangkat seminggu sebelum kejadian namun dia menunggu solar yang tak kunjung datang

Bapak. Amir (Telly KLM. Citra Indah)

- Pada waktu itu memang ombak di laut Jawa - Kalimantan dari arah Barat dan Timur.
- Jadi ombak menghantam terus menerus dari kanan dari kiri kapal
- Pada saat itu KLM. Citra Indah sedang sandar di sampit yang berlokasi di kantor semangat bersatu
- Semua abk tau dan hanya bisa mendoakanya.kebetulan kami juga berhubungan langsung dengan kapten KLM. Sampoerna Indah
- Sebenarnya memang pada saat itu kapal sudah bisa berangkat namun memang karena di koperasi bbm sedang antri jadi molor pengirimannya sampai seminggu

Bpk. Erwan (Kapten KLM. Mahligai setia)

- Kondisi kapal semisal ada cuaca buruk (angin barat) harus melawan arah anginnya kalau tidak, kapal tersebut akan berubah tujuan
- Namun resikonya kapal dapat mengalami kebocoran
- Kapal ini mengalami kecelakaan pada saat malam imlek.yang kebetulan biasanya kalau imlek cuaca sangat buruk
- Untuk komunikasi kapal menggunakan SSB / radio pantai (bisa sampai indonesia timur)
- Channel kapal pelra biasanya ada pada frekuensi 6215 & 62186
- Pada tahun 2015 belum ada himbauan cuaca buruk dari bmkkg ataupun syahbandar
- Jaman sekarang Crew kapal sudah ada pemberitahuan dan biasanya crew melihat kondisi cuaca di situs BMKG

Bpk. Sulin (ABK KLM. Rukun Abadi)

- Semisal ada kebocoran pada bagian haluan kapal, air masuk ke bagian haluan dalam lalu dari bagian haluan tersebut terdapat saluran seperti got menuju ke kamar mesin
- Saluran air yang berada di kamar mesin tersebut berfungsi sebagai masuknya air dari laut untuk mendinginkan mesin kapal
- Menurut bpk sulin kapal pelra tidak memiliki sekat antara bagian haluan, ruang muat dan kamar mesin
- Sekat antara kamar mesin dan ruang muat terdapat celah dan dapat di buka tutup sehingga memungkinkan air masuk dari haluan ketika terjadi kebocoran
- Ketika ada muatan memang susah melihat kebocoran dari kamar mesin dikarenakan tertutup oleh muatan
- Ketika tidak ada muatan, kebocoran dari haluan akan terlihat dari ruang muat
- Pelra kalimas dan gresik tidak mungkin terjadi gesekan di dasar di karenakan bagian dasarnya berupa tanah dan rumput
- Kapal ini melayani rute kalimas menuju sanana indonesia timur di tempuh 2-3 hari tergantung cuaca

- Pompa gandeng di kapal ini berjumlah 4 buah yang memiliki tenaga 6 HP yang mampu menyedot 85 m³/jam

Bapak Arifin (Montir KLM. Rukun Abadi)

- Kapal ini melakukan reparasi lambung 5 bulan 2x
- Kebocoran kapal seperti di (gambar 4.8) kira - kira permenit bisa 2 timba
- Perbaikan lambung kapal biasanya dilakukan 10-12 hari
- Biasanya kalau terjadi kebocoran ombak menghantam Dempul di ngat kapal tersebut sehingga bocor

Bpk. Amir Hannudin (Kapten KLM. Sampoerna Indah)

- Kebocoran KLM. Sampoerna Indah awalnya terjadi di haluan bagian bawah daerah lunas
- Kebocoran terjadi di bagian kiri kapal
- Kerusakan terjadi pada ngat(ruas - ruas antar papan) yang dempulnya kalah dengan kekuatan ombak lalu menerobos kedalam ngat tersebut
- Kebocoran awalnya dari haluan lalu mengalir ke kamar mesin
- Panjang papan (penyusun lambung kapal) 25 cm untuk yang tengah bisa sampai 27 cm
- Memang bagian lunas haluan paling sering mengalami kebocoran
- Kapal ini memiliki pompa gandeng dengan mesin utama
- Selain itu kapal ini juga memiliki pompa 3 inch dan 4 inch yang berjumlah 7 pompa
- Pada saat mengalami kebocoran pompa gandeng terlebih dahulu di nyalakan ketika tidak mampu pompa eksternalnya baru di pakai
- Sebenarnya pada waktu itu pompa gandeng dan 4 pompa eksternal sudah bisa mengurangi kebocoran, Namun tiba - tiba salah satu pompa rusak dan diganti pompa lainnya. Dan dikarenakan pompa rusak akhirnya kebocoran berlanjut dan akhirnya tenggelam
- Pada saat malam hari memang susah untuk melihat ombak

- Jam 6 sore sudah janji komunikasi dengan Pak Samsi (Citra Indah) lalu jam 4 subuh mengabarkan lagi bahwa kapalnya sudah mulai tenggelam
- Pada jam 5 pagi kapten sudah memberikan isyarat menggunakan senter agar kapal terdekat bisa menolongnya namun kapal ikan terdekat beralasan masi kerja jadi menghiraukan sinyal tersebut
- Baru pada pukul 06.30 kapal penolong datang dan KLM. Sampoerna Indah tenggelam
- Jarak dari Gresik ke Sampit 40-50 jam tergantung cuacanya
- 1 pompa 3 inch bisa menyedot 5000 L kurang dari 1 jam
- Pada saat jam 12.00 KLM mengatakan bahwa kamar mesin sudah mulai menggenang

Bapak Salehwangen Wahib (Ketua DPD Pelra Jatim)

- Kapal pelra di Jawa Timur kebanyakan dalam kondisi buruk
- Kapal Pelra di Jawa jarang melakukan perawatan
- Kapal Pelra sering melakukan perawatan dibagian lambung namun bagian diatas sarat saja. Jadi bagian lambung yang tercelup air kondisinya memprihatinkan Sehingga hal ini sering menyebabkan kapal mengalami kebocoran
- Kapal pelra butuh standarisasi mengenai perawatan kapal
- Perawatan mesin jarang dilakukan

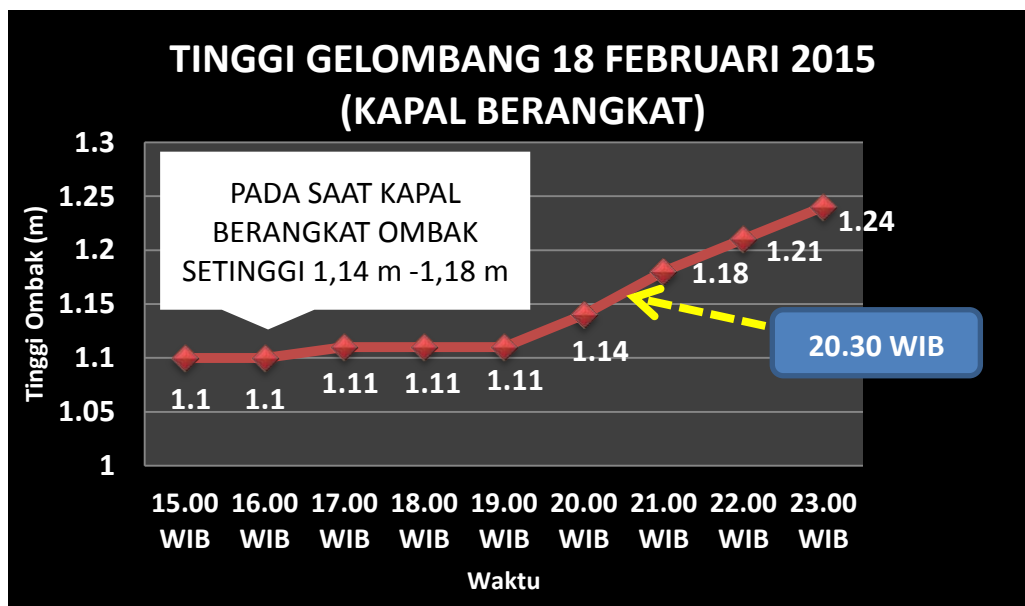
5.3 Mencocokkan Dugaan

Setelah mengumpulkan hasil wawancara dengan saksi mata maupun korban yang pada saat itu berada dalam KLM. Sampoerna Indah, hal yang selanjutnya dilakukan adalah mencocokkan kesaksian dengan data – data pendukung yang di dapatkan dari berbagai sumber semisal jurnal, BMKG, buku, dll.

Pencocokkan data berguna untuk membuktikan atau menyimpulkan apakah yang menjadi penyebab kecelakaan KLM. Sampoerna Indah lalu di saring dengan peneltian – penelitian yang sudah dipatentkan sehingga muncul kesimpulan yang masuk akal dari kejadian ini. Proses ini juga memudahkan untuk melakukan simulasi kecelakaan kapal tersebut dengan bantuan *software Powersim*.

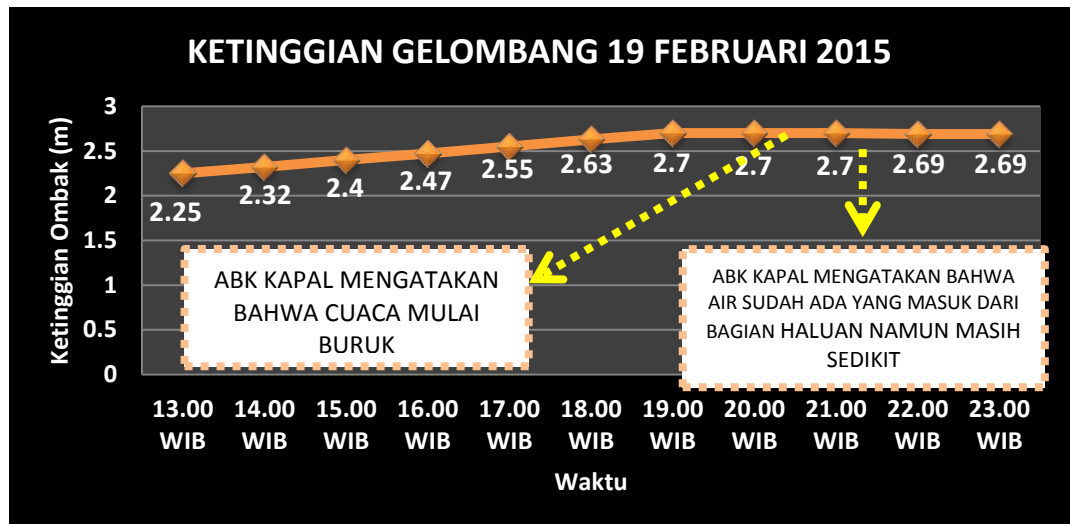
5.3.1 Data BMKG

Data BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika) merupakan salah satu data terpenting untuk menyelidiki penyebab kecelakaan KLM. Sampoerna Indah 2015 yang lalu. Karena dari beberapa kesaksian mengatakan bahwa penyebab utama dari kecelakaan ini adalah gelombang yang besar kisaran 2 – 2,5 meter pada tahun 2015 yang lalu di laut jawa. Maka dari itu dikumpulkan beberapa data gelombang pada saat kapal tersebut berangkat yaitu 18 Februari 2015 sampai dengan kondisi gelombang pada saat tanggal 20 februari 2015. Data ini didapatkan dari kantor BMKG Kalimas. Data kecepatan angin juga diperoleh untuk mendukung data cuaca pada kejadian tersebut. Untuk data gelombang serta kecepatan angin akan di sajikan pada grafik berikut:



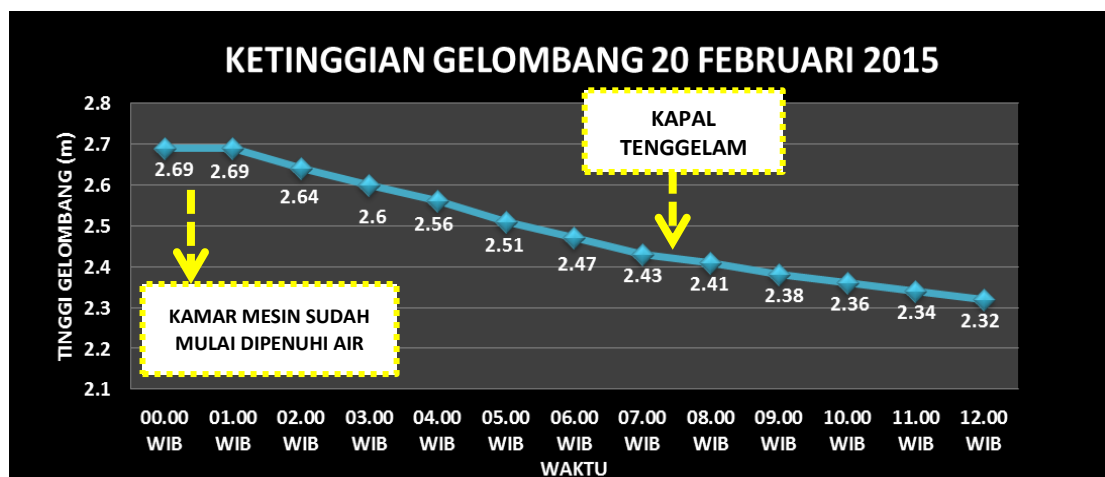
Gambar 5.5 Tinggi Gelombang 18 Februari 2015
Sumber: BMKG

Dari gambar grafik diatas dapat dikatakan bahwa tinggi gelombang disaat kapal berangkat pada tanggal 18 Februari 2015 pukul 20.30 WIB tergolong kecil dan masih tenang sekitar 1,14 m – 1,18 m jadi dapat dikatakan belum ada gangguan pada kapal pada saat itu.



Gambar 5.6 Tinggi Gelombang 19 Februari 2015
Sumber: BMKG

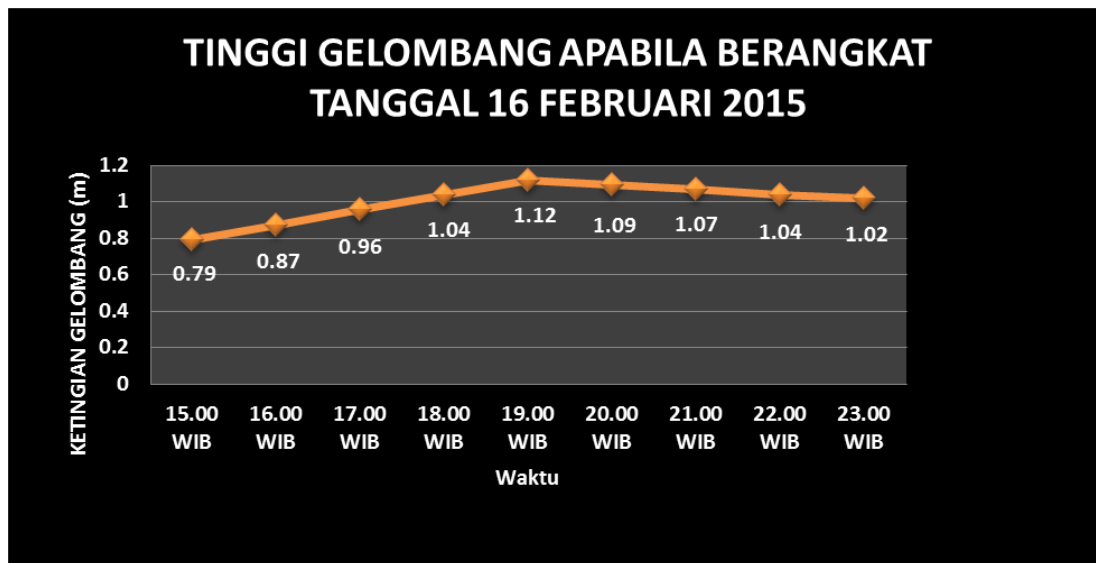
Dari gambar grafik diatas dapat dikatakan bahwa cuaca pada tanggal 19 Februari 2015 pukul 20.00 WIB sudah mulai buruk. Tinggi gelombang pada saat itu berkisar 2,7 m disertai angin kencang tapi pada jam itu belum terjadi kebocoran. Namun pada pukul 21.00 WIB sudah terindikasi air masuk namun masih sangat sedikit, dan memang masih dibiarkan oleh pihak ABK karena memang sudah hal biasa bagi pelayar Pelra.



Gambar 5.7 Tinggi Gelombang 20 Februari
Sumber: BMKG

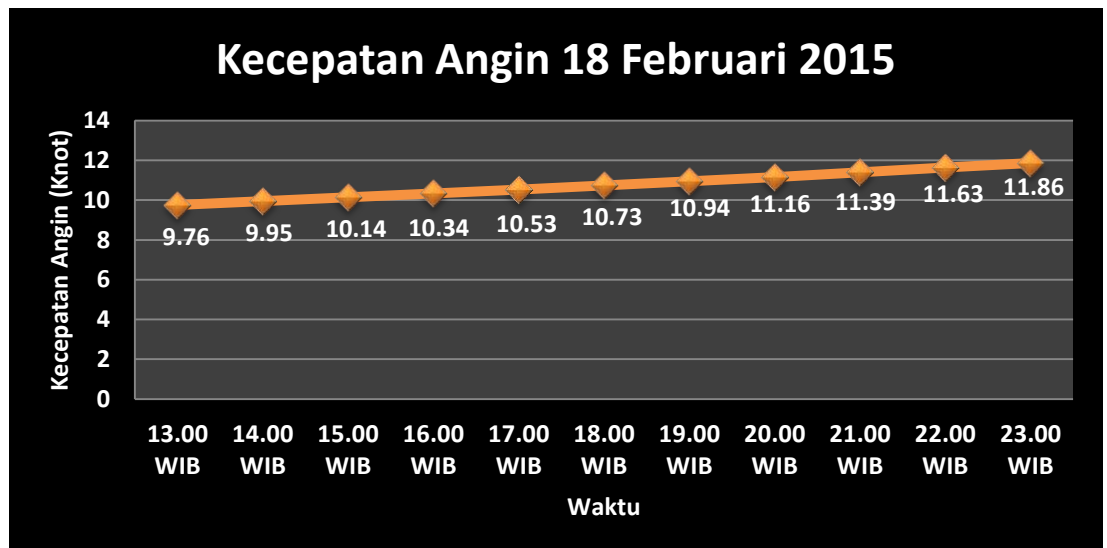
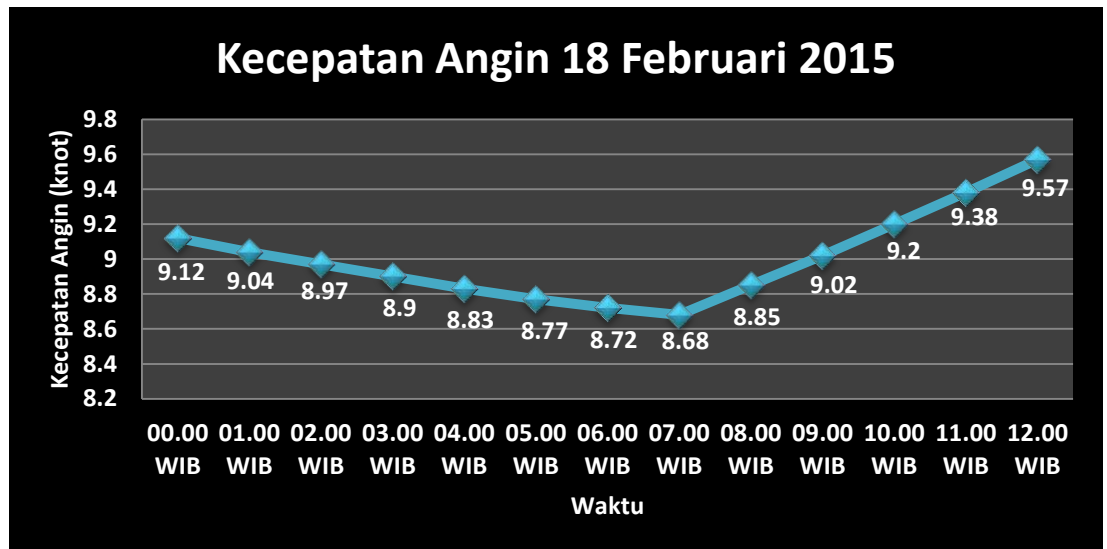
Dari gambar grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pada tanggal 20 Februari pukul 00.00 WIB tinggi gelombang sudah mencapai 2,69 m dan kepala kamar mesin mengatakan bahwa air sudah mulai memenuhi kamar mesin. Dan pada pukul 06.30

WIB tinggi gelombang sudah mulai menurun kisaran 2,43 m – 2,47 m, namun pada saat itu juga kapal tenggelam.



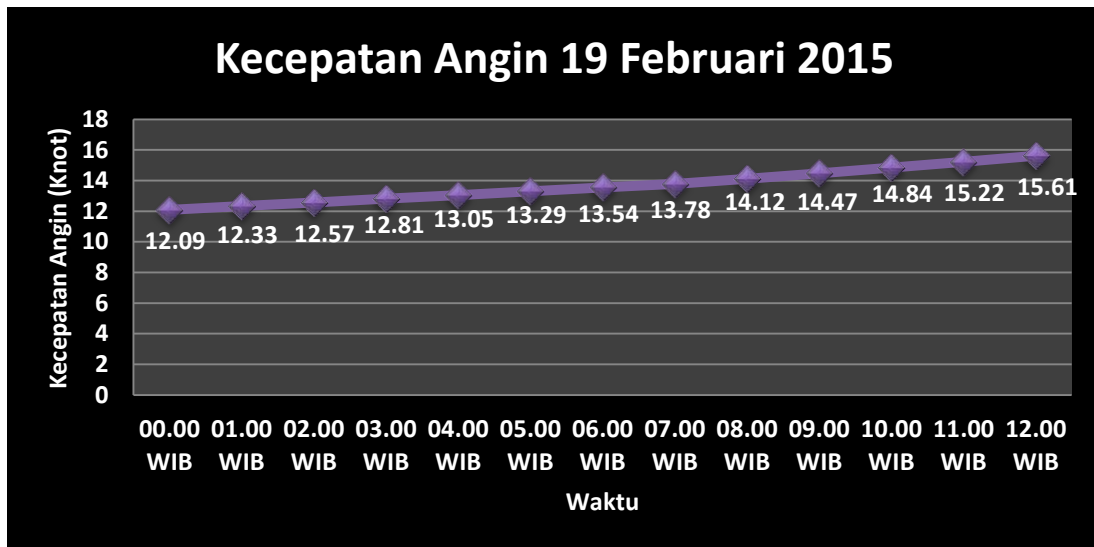
Gambar 5.8 Tinggi Gelombang Apabila Kapal Berangkat Tanggal 16 Februari 2015
Sumber: BMKG

Gambar diatas menunjukkan apabila kapal berangkat pada tanggal 16 Februari 2015 cuaca baik – baik saja dan tinggi gelombang dapat dikatakan sangat normal, namun karena adanya antrian bahan bakar kapal maka keberangkatan kapal tersebut tertunda sehingga kapal tersebut berangkat pada 18 Februari 2015.



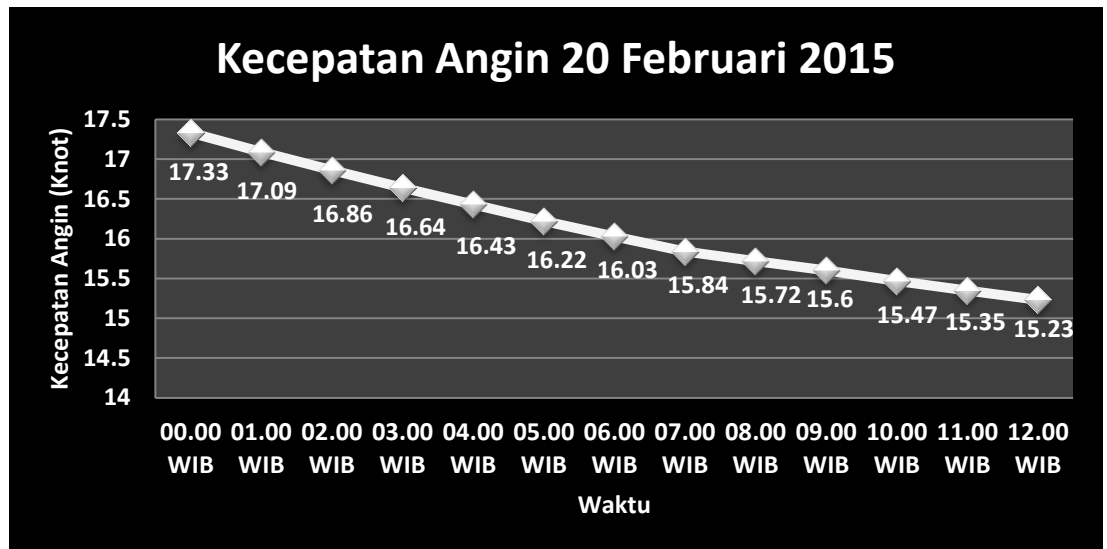
Gambar 5.9 Kecepatan Angin 18 Februari 2015
Sumber: BMKG

Gambar diatas merupakan data kecepatan angin pada 18 Februari 2015 yang merupakan tanggal keberangkatan KLM. SampoernaIndah kemarin. Berdasarkan data diatas kecepatan angin masi tergolong aman.



Gambar 5.10 Kecepatan Angin 19 Februari 2015
Sumber: BMKG

Gambar diatas merupakan data kecepatan angin pada 19 Februari 2015. Pada tanggal tersebut, kapal sudah dalam posisi perjalanan menuju sampit. Dan menurut berita acara pada tanggal 19 Februari 2015 pukul 20.00 WIB cuaca mulai buruk. Memang pada saat itu terjadi kenaikan kecepatan angin. Namun menurut refrensi kecepatan angin sebesar 18, 63 knot masih di batas wajar dan masih dikatakan aman.



Gambar 5.11 Kecepatan Angin 20 Februari 2015
Sumber: BMKG

Berdasarkan gambar diatas, kecepatan angin pada 20 Februari 2015 pukul 00.00 – 12.00 WIB paling tinggi mencapai 17, 33 knot. Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa kecepatan angin menurun pada saat kapal mulai bocor dan tenggelam, dan pada gambar diatas menunjukkan bahwa kecepatan angin pada saat itu masi tergolong rendah.

Dari gambar grafik cuaca diatas menunjukkan bahwa cuaca tidak terlalu mempengaruhi kecelakaan KLM. Sampoerna Indah, dikarenakan kecepatan angin pada saat kejadian paling tinggi hanya 18,63 knot dan tidak melebihi 20 knot.

5.3.2 Pelra Gresik

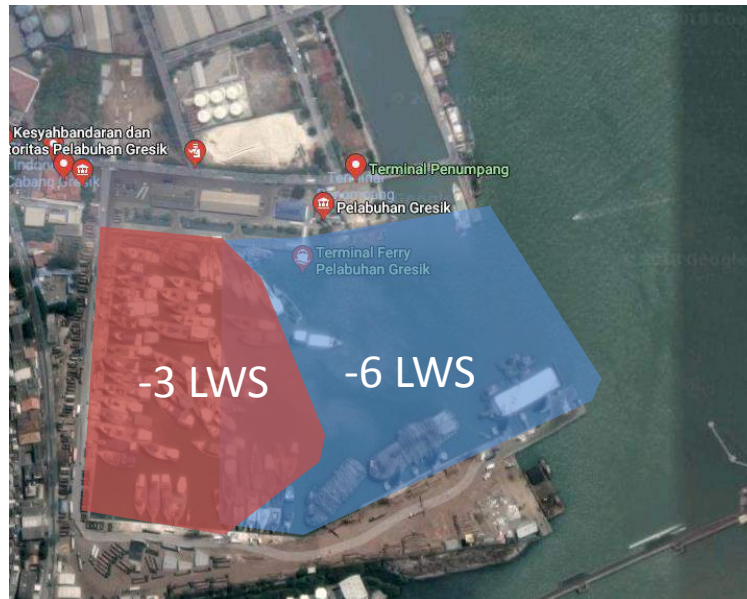


Gambar 5.12 Proses Bongkar Muat Pupuk
Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar diatas menunjukkan bahwa Pelra Gresik mayoritas mengangkut muatan berupa pupuk, semen kemasan dan barang – barang *General Cargo*. Pada jaman dulu Pelra Gresik sempat memuat kayu log namun karena sudah dilarang kapal pelayaran rakyat hanya mengangkut muatan *General Cargo* serta muatan berbagai jenis pupuk dan semen.



Gambar 5.13 Muatan Kapal Pelra Gresik
Sumber: Dokumentasi Penulis



Gambar 5.14 Pelabuhan Rakyat Gresik

Sumber: Google Maps

Pelabuhan Gresik juga memiliki sarat kedalaman 3 – 6 LWS hal ini juga membuktikan bahwa tidak mungkin terjadi gesekan di lambung bagian dasar kapal.

	Dermaga	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman Kolam (M LWS)
A	Dermaga Curah Kering & Log	279	40	-6
B	Dermaga Multipurpose	146	10	-7
C	Dermaga Curah Cair Internasional	218	5	-12
D	Dermaga Curah Cair Internasional	198	5	-9
E	Dermaga 70	70	10	-6
F	Dermaga Nusantara	265	10	-6
G	Dermaga Pelayaran Rakyat	180	10	-3
H	Dermaga Talud Tegak	785	5	-3
I	Dermaga 78	78	30	-7

Gambar 5.15 Kedalaman Pelra Gresik

Sumber: <https://www.pelindo.co.id>

GRESIK - Puluhan pengusaha pelayaran rakyat (Pelra) di Gresik mengeluh akibat tidak adanya pasokan bahan bakar minyak (BBM) solar dari Pertamina dua pekan terakhir. Akibatnya, kapal-kapal mereka tertunda keberangkatannya karena tidak tersedia BBM.

Ketua DPC Pelra Gresik, Ramly Sy membenarkan kejadian tersebut.

"Kalau kelangkaan BBM ini berlanjut, akibatnya tidak hanya akan terjadi penumpukan kapal di dermaga, tapi bakal merugikan pengusaha pelra dan pemilik barang," katanya, Minggu (6/1). Menurutnya, saat ini sekitar 50 kapal tidak bisa berlayar karena tidak bisa mengisi BBM. Dua pemasok BBM bagi kapal-kapal Pelra di Pelabuhan Gresik selama ini. Yakni, Kopelra dan UD Sumber Utama, sudah kehabisan stok. Padahal, kapal-kapal itu kebanyakan memuat kebutuhan makanan bagi penduduk di pulau-pulau terpencil Indonesia Timur. "Bila terlalu lama, bahan-bahan makanan itu akan rusak sebelum sampai tujuan," katanya.

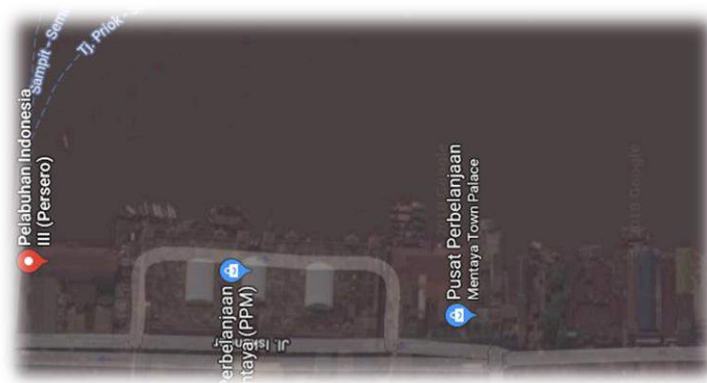
Pernyataan senada juga disampaikan Penasehat Pengurus Kopelra Gresik, M Kasir Ibrahim. Dia menyayangkan pihak Pertamina yang terkesan mempersulit pemenuhan kebutuhan BBM solar bersubsidi bagi kapal-kapal pelra di Pelabuhan Gresik.

Gambar 5.16 Antrian Bahan Bakar
Sumber: <http://www.surabayapagi.com>

Dari artikel diatas mengatakan apabila ada antrian bahan bakar di pelabuhan maka akan mengganggu jadwal keberangkatan kapal Pelra Gresik maka dari itu hal ini menjawab penyebab kenapa KLM. Sampoerna Indah telat berangkat yang awalnya kapal tersebut bisa berangkat pada tanggal 16 Februari 2015 dan akhirnya mengalami cuaca buruk karena berangkat telat pada 19 Februari 2015.

5.3.3 Pelra Sampit

Pelra Sampit memiliki berada di daerah Pelabuhan Sampit. Pelra Sampit sendiri memiliki sarat kedalaman sebesar - 6,5 LWS, dan sebelum memasuki area pelabuhan Sampit daerah yang harus di lewati adalah pintu mauk daerah sungai Mentaya. Sungai Mentaya sendiri memiliki kedalaman – 4 LWS Hal ini dibuktikan dengan beberapa data yang diperoleh sebagai berikut:

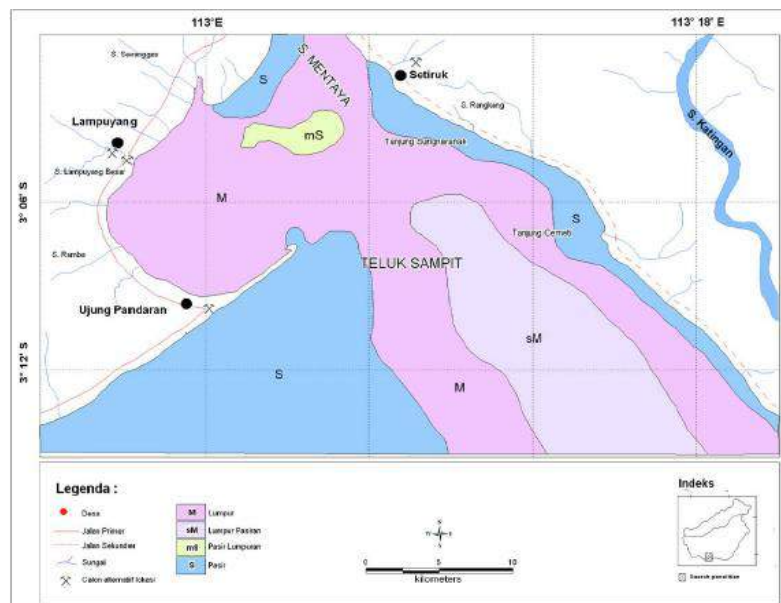


Gambar 5.17 Pelabuhan Pelra Gresik
Sumber: Google maps

	Dermaga	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman Kolam (M LWS)
A	Dermaga Sampit	316	10	-5
B	Dermaga Multipurpose I Bagendang	120	25	-6,5
C	Dermaga Multipurpose II Bagendang	120	25	-6,5
D	Dermaga CPO I Bagendang	100	5	-6,5
E	Dermaga CPO II Bagendang	141,5	5	-6,5

Gambar 5.18 Kedalaman pelabuhan Pelra Sampit
Sumber <https://www.pelindo.co.id>

Dikarenakan untuk industri pelayaran rakyat di Sampit tidak mempunyai pelabuhan khusus maka dari itu sarat kedalaman yang dijadikan acuan adalah dermaga Sampit dengan kedalaman – 5 LWS. Setelah melihat dari sisi pelabuhannya hal yang selanjutnya diperhatikan adalah alur masuk kapal pelra ke pelabuhan Sampit yaitu sungai Mentaya.



Gambar 5.19 Pintu masuk sungai Mentaya
Sumber: Jurnal, I Wayan Luga, IKG Aryawan dan L. Arifin

Berdasarkan jurnal kedalaman maksimal maksimalsungai Mentaya adalah -4 LWS yang berarti masih aman untuk di lalui oleh KLM. Sampoerna Indah. Sedangkan untuk struktur tanah di dasar sungai Mentaya sendiri didominasi oleh lumpur dan pasir.

5.3.4 KLM. Sampoerna Indah

Kapal ini memiliki umur 8 tahun di hitung dari tanggal kecelakaan, Hal ini tertuli di berita acara (terlampir). Umumnya kapal Pelra sering mengalami kebocoran di bagian haluan dikarenakan paling sering menerjang ombak, hal ini dibuktikan dengan dengan survey yang dilakukan penulis. Biasanya kebocoran terjadi di bagian *ngat* yang merupakan sela antara papan penyusun lambung kapal.



Gambar 5.20 Ngat pada kapal pelra
Sumber: Dokumentasi Penulis

Kapal Pelra sendiri tidak memiliki sekat kedap jadi ketika terjadi kebocoran air yang masuk langsung mememnuhi dari bagian haluan dan buritan kapal. Sebetulnya kapal pelra memiliki sekat namun tidak kedap, sekat ini hanya berfungsi untuk menahan muatan agar tidak bergerak. Hal ini akan di perjelas dengan gambar di bawah:



Gambar 5.21 Ruang Muat Kapal
Sumber: Dokumentasi Penulis

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa kapal pelra tidak memiliki sekat, sehingga terjadi kebocoran maka air dapat mengalir dari haluan ke buritan. Foto di atas diambil dari ruang mesin dan kebetulan kapal tersebut belum terisi penuh.

5.3.5 Hasil Pencocokan

Setelah megumpulkan kesaksian serta mencocokkan dengan bukti – bukti yang masuk akal, maka muncul lah hasil yang masuk akal dari investigasi kesaksian tersebut. Hasil pencocokan tadi dimasukkan dalam tabel seperti berikut:

Tabel 9 Pencocokkan Hasil Invetigasi

Area lokasi kejadian	Cuaca pada 18 Februari 2015 bagus
	Cuaca pada 20 Februari 2015 buruk
	Tinggi gelombang pada 19-20 Februari 2015 mulai pukul 20.00 sampai 07.00 2-2,7 m
	Kapal ikan dari rembang baru mulai ada di daerah sekitar pukul 4 pagi kapten sudah memberikan isyarat senter, namun karena nelayan sibuk bekerja akhirnya diabaikan
Kapal	Kapal berumur 8 tahun dihitung dari tahun pembuatan
	Kapal paling sering melakukan reparasi di bagian lambung, sedangkan permesinan jarang
	Pada 19 Februari 2015 pukul 21.00 sudah mengalami bocor kecil
	Kapal menggunakan material kayu ulin Kapal pelra tidak memiliki sekat
Gresik	Pada saat distribusi BBM tidak lancar maka akan terjadi antrian di pelabuhan
	Pelabuhan Pelra gresik memiliki sarat -3 LWS
	Untuk muatan mayoritas semen pupuk dan barang GC
Sampit	Pada 19 Februari 2015 cuaca buruk
	Pelabuhan Pelra Sampit memiliki sarat -6,5 LWS
	Dilihat dari sarat pelabuhan yang lumayan dalam tidak mungkin terjadi gesekan
	Di teluk sampit sebagai pintu masuk sungai mentaya memiliki sarat -4 LWS TKBM yg digunakan adalah TKBM dari kantor

5.4 Desain KLM. Sampoerna Indah

Setelah dilakukan survey dan pengumpulan data, demi mendukung pengolahan data simulasi maka desain ulang KLM. Sampoerna Indah dilakukan

kembali yang ukuran utamanya didapatkan berdasarkan bukti – bukti yang tertera pada berita kecelakaan yang di keluarkan oleh Syahbandar. Sehingga ukuran utama yang digunakan pada kasus ini adalah sebagai berikut:

Tabel 10 Ukuran Utama KLM. Sampoerna Indah

Ukuran Utama kapal				
LOA (m)	LPP (m)	B (m)	H (m)	T (m)
33.99	31.91	12.8	5.5	3.86

Dapat kita ketahui dari penelitian ini untuk ukuran utama KLM. Sampoerna Indah LPP LOA sebesar 33,99 m, LPP sebesar 31,91 m, B sebesar 12,8 m, H sebesar 5,5 m dan T sebesar 3,86 m.

5.4.1 Perhitungan Koefisien

- Froude Number (Fn)

Bilangan Froude adalah sebuah bilangan tak bersatuan yang digunakan untuk mengukur resistensi dari sebuah benda yang bergerak melalui air, dan membandingkan benda-benda dengan ukuran yang berbeda-beda. Didapatkan Froud Number sebagai berikut (Lewis, 1988) :

$$Fn = Vs / \sqrt{g \times Lwl}$$

Dimana kecepatan kapal sebesar 7 knot, dan gravitasi sebesar 9,81 m/s². Sehingga hasil perhitungan dari froud number kapal nilainya adalah 0,198.

- Koefisien Blok

Dari perhitungan didapatkan CB sebesar (Parson, 2001) :

$$Cb = -4,22 + 27,8 \sqrt{Fn} - 39,1 Fn + 46,6 Fn^2$$

Setelah diketahui nilai Fn dari kapal, dapat dihitung nilai Cb kapal yaitu 0,769 Koefisien bidang midship

Koefisien Midship adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya = B dan tingginya = T. Dari perhitungan didapat harga Cm (Parson, 2001).

$$Cm = 0,977 + 0,085 (Cb - 0,60)$$

Didapatkan nilai Cm masing masing alternatif adalah 0,991.

- Koefisien bidang garis air

Koefisien waterplan adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada dibawah permukaan air dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang pada L_{wl} dan tinggi = T. Dari perhitungan ukuran yang optimal didapat harga CWP (Parson, 2001) :

$$C_{wp} = 0,180 + 0,085 C_p$$

Hasilya nilai cwp kapal 0,847.

5.4.2 Pemilihan Mesin

Dikarenakan sudah ada kecepatan maksimum pada kapal yaitu sebesar 7 knot yang terdapat pada berita kecelakaan. Maka dari itu untuk pemilihan mesin induk dan mesin pendukung menggunakan asumi katalog mesin seperti berikut:

- Mesin Utama

KTA19-M3

Main Propulsion

General Specifications

Configuration

In-line, 6 cylinder, 4-stroke diesel

Aspiration

Turbocharged/Aftercooled

Displacement

19 L1150 in³

Bore & Stroke

150 x 150 mm6.25 x 6.25 in

Fuel System

Pressure Time (PT)

Commercial Ratings

kW	BHP	RPM	ISO Fuel Cons		Rating	Emissions
			L/hr	Gal/hr		
373	500	1800	67.2	17.8	CON	IMO1
395	530	1800	70.7	18.7	CON	IMO1
447	600	1800	79.8	21.1	CON	IMO1
477	640	1800	84.1	22.2	HD	IMO1

For more information on average fuel consumption, ratings and emissions, see pages 2-7

Product Dimensions

Length	mm (in)	1877	(74)
Width	mm (in)	1003	(40)
Height	mm (in)	1905	(75)
Weight	kg (lb)	2073	(4570)

Dimensions may vary based on selected engine configuration

Dari katalog diatas m
Gambar 5.22 Mesin Utama
Sumber: cumminsrepserp.com
sin keluaran Cummins tipe KTS19-M3 dengan daya sebesar 373 kw, dengan rpm sebesar 1800. Untuk dimensinya mesin ini memiliki panjang sebesar 1877 mm, sedangkan untuk lebarnya sebesar 1003 mm, dan tinggi ebesar 1906 mm, Dengan massa keringnya sebesar 2,07 ton. Untuk SFR bahan bakar mesin ini sebesar 162.1447721 g/kw, dan untuk SFR pelumas mesin ini sebesar 0,9 g/kw.

- Mesin Pendukung

6BT5.9-D(M)						
Marine Auxiliary						
General Specifications						
Configuration		In-line, 6 cylinder, 4-stroke diesel				
Aspiration		Turbocharged				
Displacement		5.9 L		359 in ³		
Bore & Stroke		102 x 120 mm		4.02 x 4.75 in		
Fuel System		Inline Injection Pump				
Prime Power Ratings						
Output Power			Hz	ISO Fuel Cons		Emissions
kW	BHP	kWe*		L/hr	Gal/hr	
78	104	71	50	10.7	2.8	N/A
91	122	80	50	11.3	3.0	N/A
91	122	83	60	12.7	3.3	N/A
112	150	99	60	14.0	3.7	N/A
*kWe reflects the approximate amount of power available when used in a keel cooled genset configuration						
For more information on average fuel consumption, ratings and emissions, see pages 2-7						
Product Dimensions						
Length	mm (in)	1020		(40)		
Width	mm (in)	601		(24)		
Height	mm (in)	1201		(47)		
Weight	kg (lb)	426		(940)		
Dimensions may vary based on selected engine configuration						

Gambar 5.23 Mesin Pendukung
Sumber: cumminsrepsrp.com

Dari katalog diatas mesin yang digunakan adalah mesin keluaran Cummins tipe 6BT5.9-D(M) dengan daya sebesar 78 kw, panjang sebesar 1020 mm, lebar 601 mm, tinggi 1201 mm, dengan massa kering 0,4 ton.

5.4.3 Perhitungan Berat Kapal

Berat kapal terdiri dua komponen yaitu LWT (leight weight tonnage) dan DWT (dead weight tonnage). Perhitungan LWT meliputi berat baja, permesinan dan perlengkapan sementara untuk DWT meliputi payload dan consumable.

- Lightweight (LWT)

Lightweight merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari berat pelat, berat permesinan, dan berat perlengkapan kapal. Perhitungan berat pelat dilakukan dengan perkalian tebal pelat dan luas area menggunakan bantuan software Maxsurf Modeler Advance ataupun Cad. Perhitungan tebal pelat dalam penelitian ini menggunakan aturan yang berlaku dari BKI yaitu *Volume VII Rules For Small Vessel Up To 24 M 2013*. Perhitungan berat permesinan didapatkan dengan memastikan daya yang dibutuhkan kapal dan pemilihan mesin yang sesuai, sehingga berat permesinan dapat diperoleh. Sedangkan untuk perhitungan berat perlengkapan didapatkan dengan memastikan berat komponen-komponen terkait dan digabungkan.

Tabel 11 LWT Kapal

KLM. SAMPOERNA INDAH	Berat (ton)
Konstruksi	286,3
Permesinan	2,6
Perlengkapan	65,9
LWT	354,8

Dari gambar diatas kapal memiliki berat konstruksi sebesar 286,3 ton, untuk berat permesinan sebesar 2,6 ton dan untuk berat perlengkapan sebesar 65,9 ton. Sehingga ketika semua elemen tadi di jumlahkan mendapatkan LWT sebesar 354,8 ton.

- Deadweight (DWT)

Deadweight merupakan berat mati kapal, yaitu berat dari jumlah penumpang dan kru, barang bawaan, bahan bakar, minyak lumas, dan air tawar, komponen DWT kapal terdiri dari berat penumpang dan barang bawaannya, berat crew kapal dan bawaannya, berat bahan bakar dan minyak pelumas, berat air tawar. Komponen berat DWT dapat dihitung secara langsung. Perhitungan berat selengkapnya dapat dilihat di Lampiran, pada sub bab ini hanya akan ditampilkan rekapitulasi berat DWT kapal.

Tabel 12 DWT Kapal

KLM. SAMPOERNA INDAH	Berat (ton)
Perbekalan & Crew	11,38
Payload	927
DWT	937,9

5.4.4 Rencana Garis

Setelah didapat hasil perhitungan ukuran utama kapal beserta kompoonen lainnya, maka dilanjutkan dengan pembuatan rencana garis (*lines plan*). Lines plan merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan body kapal dibawah garis air

yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, body plan (secara melintang), sheer plan (secara memanjang) dan half breadth plan (dilihat dari atas).

Ada berbagai cara membuat lines plan. Namun seiring dengan kemajuan teknologi, kini telah hadir software khusus yang biasa digunakan untuk menggambar lines plan dalam waktu yang singkat. Software dimaksud adalah Maxsurf. Dengan maxsurf sebagai awalnya dan dengan Auto Cad sebagai penyempurna, maka kita tidak perlu lagi menghabiskan banyak waktu untuk membuat lines plan.

Data inputan yang diperlukan adalah hasil perhitungan optimasi yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu data ukuran utama meliputi :

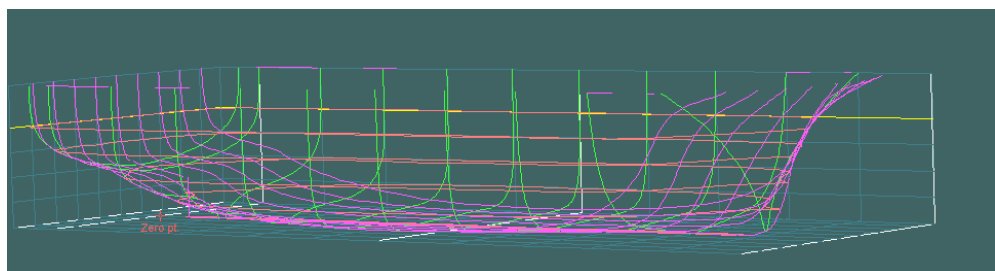
LPP	=	31,91 m
LWL	=	33,186 m
B	=	12,800 m
H	=	5,5 m
T	=	3,860 m
CB	=	0,769

Selanjutnya ukuran utama tersebut dijadikan acuan dalam penentuan lines plan menggunakan maxsurf. Langkah pertama pembuatan lines plan menggunakan maxsurf adalah input sampel kapal dan data ukuran utama kemudian penyesuaian hasil kalkulasi hydrostatis kapal seperti yang terlihat digambar berikut.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	1201	t
2	Volume (displaced)	1171,332	m ³
3	Draft Amidships	3,860	m
4	Immersed depth	3,860	m
5	WL Length	32,549	m
6	Beam max extents on WL	12,783	m
7	Wetted Area	557,419	m ²
8	Max sect. area	46,139	m ²
9	Waterpl. Area	386,670	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,780	
11	Block coeff. (Cb)	0,729	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,938	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,929	
14	LCB length	14,170	from z
15	LCF length	13,410	from z
16	LCB %	43,536	from z
17	LCF %	41,201	from z
18	KB	2,198	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	4,246	m
21	BML	25,688	m
22	GMt corrected	6,445	m
23	GML	27,887	m
24	KMt	6,445	m
25	KML	27,887	m
26	Immersion (TPc)	3,963	tonne/c
27	MTc	10,496	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(	135,037	tonne.

Gambar 5.24 Calculate Hydrostatics

Setelah data hidrostatik sesuai maka akan didapat hasil gambar potongan sesuai gambar berikut :

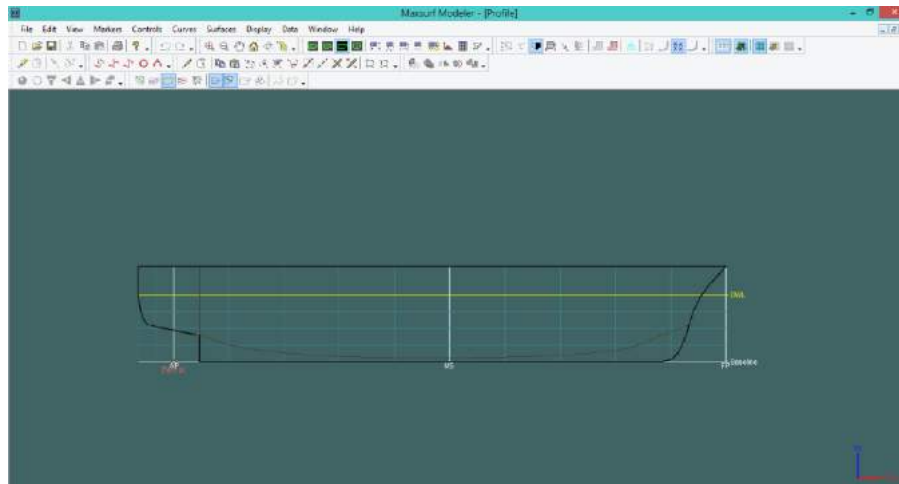


Gambar 5.25 Rencana Garis KLM. Sampoerna Indah

Dengan bantuan *software maxsurf* gambar 3D diatas , juga didapatkan gambar potongan *body plan*, *sheer plan* dan *halfbreath plan*. Pembagian gambar lines plan ini terdiri dari 19 garis *station*, 5 garis *buttock line* dan 5 garis *water line*. Untuk penyempurnaan akhir dari lines plan, maka digunakan *software Autocad*. Hasil proyeksi disajikan pada gambar rencana garis dalam lampiran tugas akhir ini.

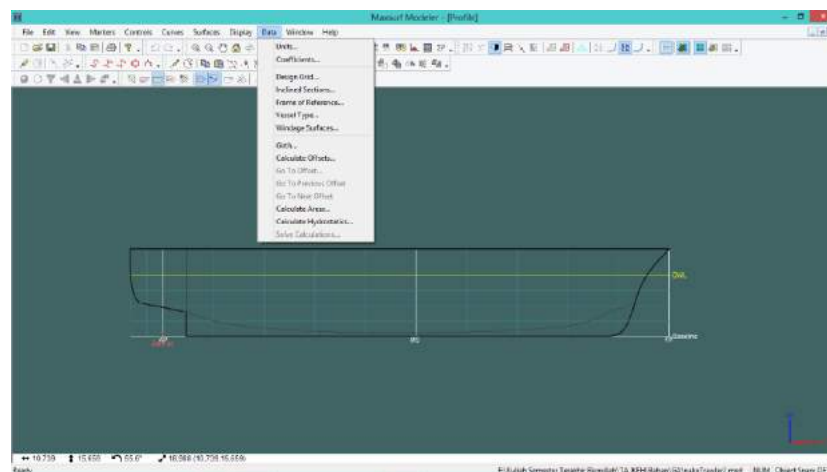
5.5 TPC

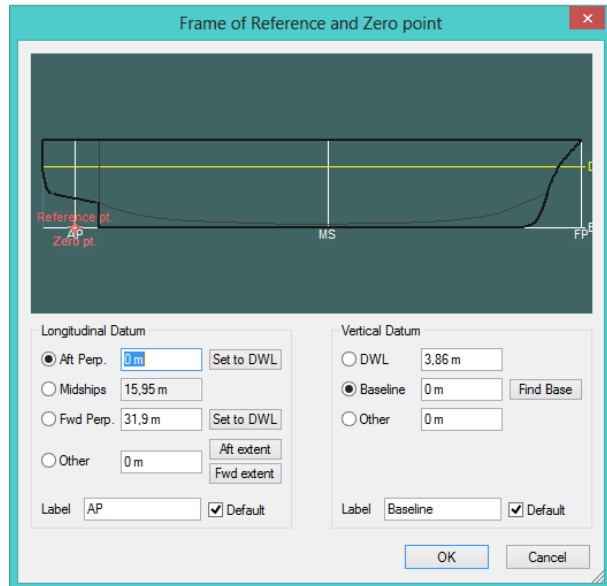
Untuk menentukan *TPC* KLM. Sampoerna Indah sesuai dengan sarat kapal dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Modeler*. Pertama, buka file rencana garis yang sudah dibuat.



Gambar 5.3 Tampilan *Software Maxsurf Modeler*

Langkah selanjutnya adalah pastikan sarat yang akan kita cari *TPC* nya sesuai dengan sarat kapal yang ada di data awal kapal dengan klik data lalu pilih *frame of reference*.





Gambar 5.4 Frame Of Reference

Setelah menetapkan sarat di 3,86 m pada *frame of reference*, lalu klik data dan pilih calculate *hydrostatic*. Maka hasil dari TPC kapal tersebut akan muncul seperti pada gambar dibawah:

Measurement	Value	Units
1 Displacement	1201	t
2 Volume (displaced)	1171.332	m³
3 Draft Amidships	3.860	m
4 Immersed depth	3.860	m
5 VIL Length	32.549	m
6 Beam max (width in VIL)	12.763	m
7 Water Area	557.410	m²
8 Max sect. area	48.139	m²
9 Water Area	206.670	m²
10 Prismatic coeff. (Cp)	0.780	
11 Block coeff. (Cb)	0.720	
12 Max Sect. area coeff. (Cm)	0.028	
13 Water Area coeff. (Cwp)	0.029	
14 LCB length	14.110	from B
15 LCB length	13.410	from B
16 LCB %	43.536	from B
17 LCB %	41.204	from B
18 KB	2.180	m
19 KG	5.300	m
20 BMT	4.240	m
21 BVL	25.888	m
22 GM corrected	6.445	m
23 GML	27.887	m
24 KML	5.445	m
25 KVL	27.887	m
26 Immersion (TPC)	3.983	tonne/m
27 WTC	18.490	tonne
28 WTC at 1 deg. = GM Disp. 0.1%	135.037	tonne

Gambar 5.5 Tampilan Calculate Hydrostatic

Setelah memilih opsi Calculate Hydrostatic maka muncul hasil TPC dengan sarat maksimal kapal yaitu sebesar 3,963 Ton/cm dan angka ini akan membantu saat melakukan simulasi dengan *software powersim* dalam menentukan berapa rata – rata kenaikan sarat apabila ditambahkan total berat air masuk ke dalam kapal.

5.6 Perhitungan Kerugian Operasional dan Finansial

Terjadinya peristiwa tenggelamnya KLM. Sampoerna Indah pada 20 Februari 2015 yang lalu memberikan kerugian dari sisi operasional kapal maupun dari sisi finansial. Kerugian tersebut meliputi kerugian terhadap muatan kapal yang ikut tenggelam bersama kapal dan biaya – biaya operasional yang terlanjur dikeluarkan sebelum kapal tersebut tenggelam.

5.6.1 Kerugian Muatan

Muatan general cargo yang pada saat itu ikut tenggelam bersama kapal adalah sebanyak 50 ton sedangkan untuk muatan pupuk *phospat* sebesar 920 ton dan berikut ini merupakan rincian kerugiannya:

Tabel 13 Kerugian Muatan *General Cargo*

Daftar Muatan <i>General Cargo</i>			
No.	Barang	Total	Supplier
1	Bio Tank	Rp 17,376,000.00	PT. FURTECON
2	Timbangan	Rp 6,560,000.00	UD. SINAR KENCANA
3	Tong Sampah 120 Ltr	Rp 9,876,533.00	UD. PERDANA
4	Pipa Holo uk. 20x40	Rp 105,000,000.00	PT. GIAS
5	Bak Mandi Walrus	Rp 17,940,000.00	PT. FNB INDONESIA
6	Reng Baja Ringan	Rp 29,000,000.00	PT WIHARTA PRAMETAL
7	Canal C Baja Ringan	Rp 105,000,000.00	PT WIHARTA PRAMETAL
8	Besi Warmes dan Besi UNP	Rp 104,125,000.00	VICTORY BARU
9	Tali Hank dan Selang Spiral	Rp 49,225,900.00	UD. ROSARIA
10	Besi WF dan Besi Siku	Rp 50,315,500.00	VICTORY BARU
11	Selang,Tali, Knee, Jerigen dan Pipa	Rp 163,852,991.00	UD. CANDRA
12	Drum Plastik Biru	Rp 35,250,000.00	H. FAESOL
13	resin, katalis dan Kain Mat	Rp 45,390,000.00	PT.JUSTUS KIMIA RAYA
14	Sarung Tangan	Rp 17,625,000.00	PT.INDOCON SUKSES ABADI
		Rp 756,536,924.00	

Berdasarkan tabel diatas, ada 14 macam muatan *general cargo* yang ikut tenggelam bersama kapal tersebut. Jumlah muatan *general cargo* tersebut sebesar 50 ton dan muatan tersebut merupakan wewenang perusahaan pemilik kapal. Dan total kerugian yang disebabkan tenggelamnya jenis muatan tersebut adalah sebesar Rp 756,536,924.00.

Tabel 14 Kerugian Muatan Pupuk Phospat

Muatan Pupuk			
1	Pupuk Phospat	Rp 115,000.00	50 kg (per karung) 920 ton (muatan pada kejadian) 920000 kg 18400 karung
	total	Rp 2,116,000,000.00	

Tabel diatas menjelaskan tentang kerugian oleh muatan pupuk *phospat* yang ikut tenggelam pada peristiwa tersebut. Untuk harga pupuk *phospat* per karung sejumlah Rp 115,000.00 dan berat karung itu sebesar 50 kg sehingga untuk total kerugian pupuk *phospat* sebesar 920 ton adalah sejumlah Rp 2,116,000,000.00, Sehingga total kerugian muatan yang ikut tenggelam pada saat kejadian adalah sebesar Rp 2,872,536,924.00.

5.6.2 Kerugian Operasional

Kecelakaan KLM. Sampoerna Indah juga menyebabkan kerugian dari sisi operasional kapal yang sudah terlanjur dikeluarkan disaat kapal tersebut akan berangkat. Untuk rincian kerugian biaya operasional dapat dilihat pada tabel berikut:

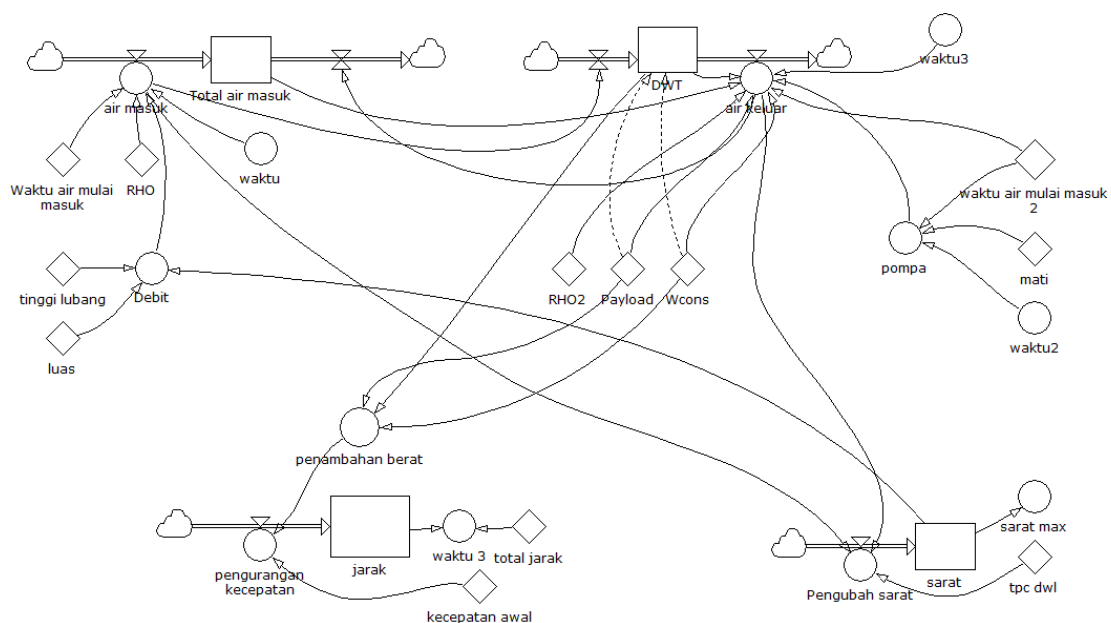
Tabel 15 Kerugian Biaya Operasional

Biaya Operasional Kapal			
Jenis Kebutuhan	Harga per Drum	Total	
Bahan bakar kapal			Harga Oli/liter
35 Drum	Rp 1,130,000.00	Rp 39,550,000.00	Rp 23,000
kebutuhan oli			Jumlah ABK
20 Drum	Rp 1,150,000.00	Rp 23,000,000.00	11 Orang
Perbekalan ABK			Kapasitas 1 drum bbm
Persediaan Air			200 Liter
20 Drum	Rp 10,000.00	Rp 200,000.00	1 Drum Oli
			50 Liter
Total Biaya Operasional		Rp 62,970,000.00	

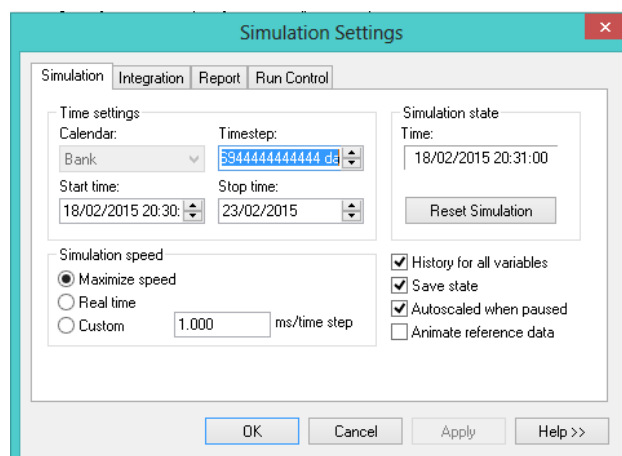
Kerugian biaya operasional meliputi bahan bakar kapal yang sejumlah 35 drum dengan harga per drum sebesar Rp 1,130,000.00 sehingga total kerugian bahan bakar sebesar Rp 39,550,000.00. Untuk kebutuhan oli kapal tersebut sebanyak 20 drum dengan harga per drum Rp 1,150,000.00 sehingga kerugian untuk kebutuhan oli sejumlah Rp 23,000,000.00. Biaya untuk perbekalan ABK dalam satu kali perjalanan sebesar Rp 220,000.00, dan untuk persediaan air per drumnya sejumlah Rp 10,000.00 sehingga total kerugian untuk persediaan air sejumlah Rp 200,000.00. Total kerugian dari sisi operasional dan finansial sejumlah Rp 2,935,506,924.00.

BAB 6 SIMULASI KEBOCORAN KAPAL

Pada bab simulasi ini akan menjelaskan bagaimana KLM. Sampoerna Indah yang pada tanggal 20 Februari 2015 dahulu tenggelam dikarenakan terjadi kebocoran pada haluan kapal. Hasil dari simulasi ini merupakan waktu dan lokasi di dimana kapal tersebut tenggelam, seberapa besar kerusakan yang terjadi sehingga ada air masuk ke dalam kapal. Dalam kasus ini penulis juga menambahkan skenario – skenario letak kerusakan. Untuk melakukan simulasi ini dibutuhkan *software powersim*.



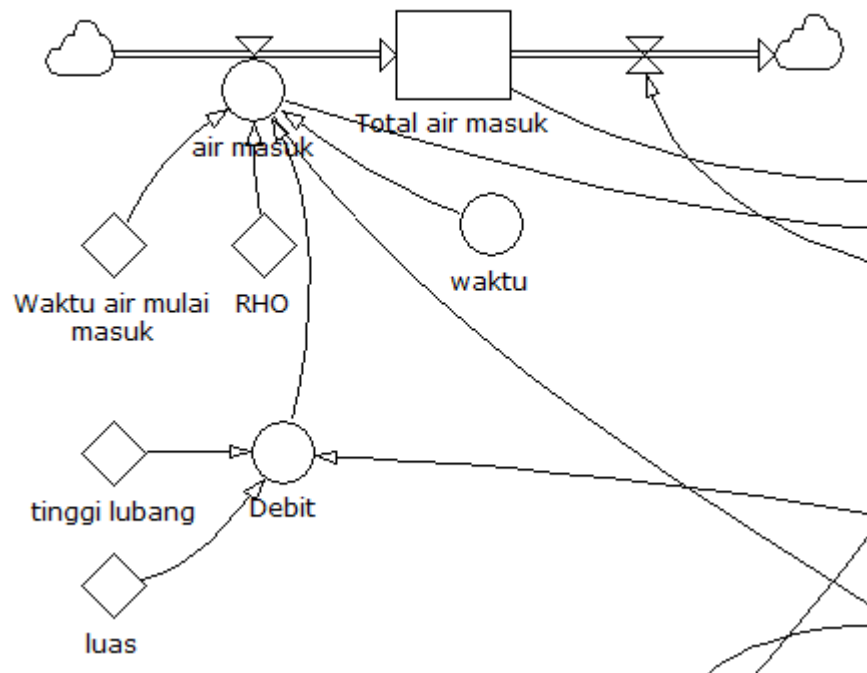
Gambar 6.1 Simulasi Kebocoran KLM.Sampoerna Indah



Gambar 6.2 Penjelasan Simulation Setting

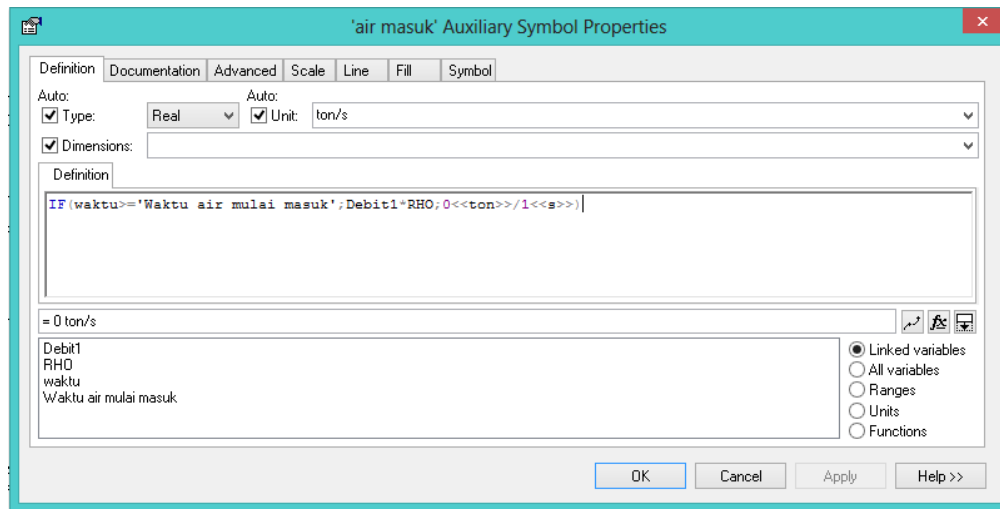
Dalam model ini simulasi akan *running* selama 5 hari, terhitung dari hari yaitu tanggal 18 Februari 2015 pukul 20.30 (ketika kapal berangkat dari Gresik) sampai dengan 23 Februari 2015. Timetep, merupakan waktu dimana kita dapat merekam nilai pada waktu ke-x dapat diatur sehingga nilai dapat ditinjau lebih lanjut waktu ke berapa pun kita inginkan.

6.1 Komponen Air Masuk



Gambar 6.3 Komponen Air Masuk

Untuk komponen air masuk sendiri dipengaruhi oleh *auxiliary* debit, konstanta waktu air mulai masuk serta waktu. Dan air masuk nantinya akan mengalir ke level total air. Untuk level total air masuk berisikan tentang jumlah air yang masuk setelah dikurangi oleh air keluar. Untuk penjelasan komponennya akan di tampilkan seperti gambar di bawah:

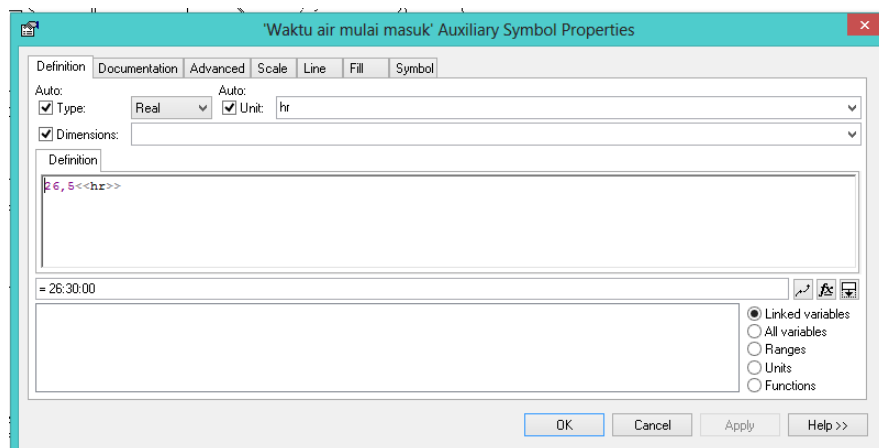


Gambar 6.4 IF Pada Komponen Air masuk

Pada komponen air masuk fungsi IF berguna untuk mengatur air masuk tersebut akan mulai mengalir ketika waktu jam kebocoran akan di mulai sehingga angka dari debit mulai memasuki pada jam tersebut. Satuan dari air masuk berupa ton/s.

6.1.1 Waktu Air Masuk

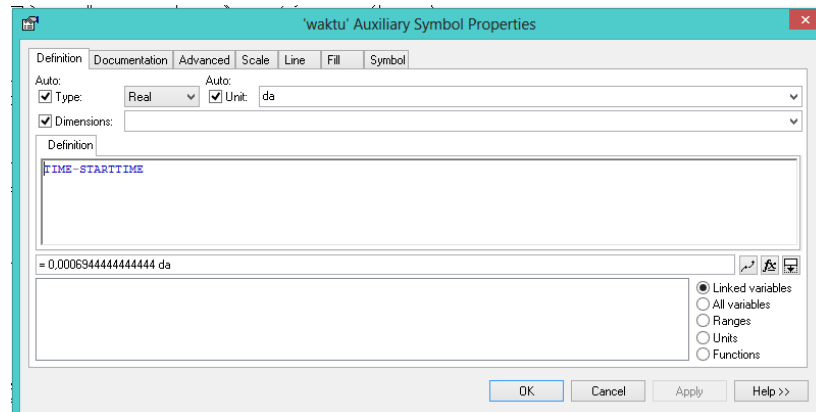
Merupakan konstanta yang berisikan dengan waktu mulai kapal mengalami kebocoran. Untuk nilai yang dimasukan adalah 26,5 hr atau sama dengan tanggal 19 Februari 2015 pukul 23.00 karena pada surat kecelakaan tertulis pada tanggal 20 Februari 2015 pukul 00.00 WIB air yang masuk sudah mulai memenuhi kamar mesin.



Gambar 6.5 Waktu Air Masuk

6.1.2 Waktu

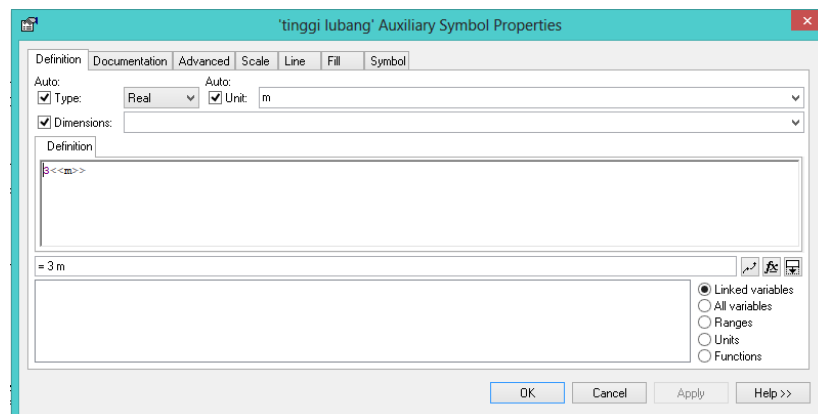
Komponen waktu disini berfungsi sebagai pengatur waktu apabila tidak ada pengatur waktu maka proses running akan kacau di karenakan powersim hanya membaca komponen jamnya saja tidak meliputi tanggalnya. Untuk rumus pada komponen waktu adalah $TIME - STARTTIME$ dan hasil dari rumus tadi berupa satuan da.



Gambar 6.6 Komponen Waktu

6.1.3 Tinggi Lubang

Tinggi lubang disini berisikan dengan tinggi perkiraan lubang yang ada di kapal. Untuk tinggi lubang sendiri karena berbentuk konstanta maka nantinya dapat dirubah rubah menggunakan *tools slider*. Untuk tinggi lubang sebesar 3 m.



Gambar 6.7 Tinggi Lubang

6.1.4 Debit Air

Untuk rumus debit air, penulis menggunakan salah satu rumus fisika yang berhubungan dengan debit air yaitu:

$$Q = A \cdot V$$
$$= A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Q = debit (m³/s)

V = volume (m³)

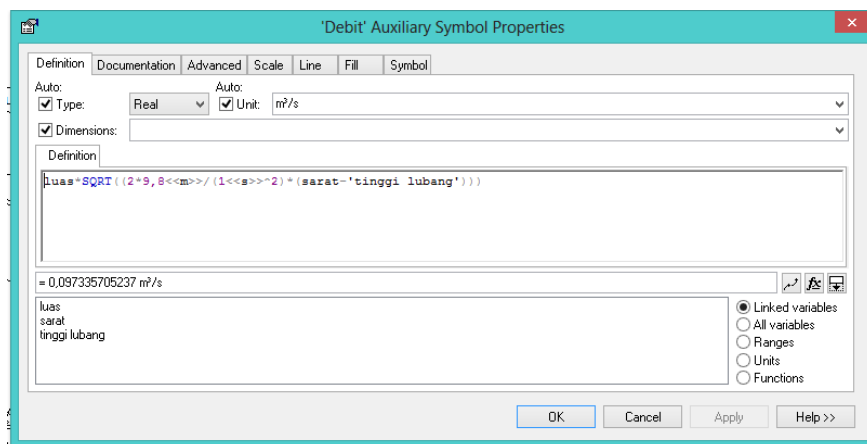
t = waktu (s)

A = luas penampang (m²)

v = kecepatan aliran (m/s)

1 liter = 1 dm³ = 10⁻³ m³

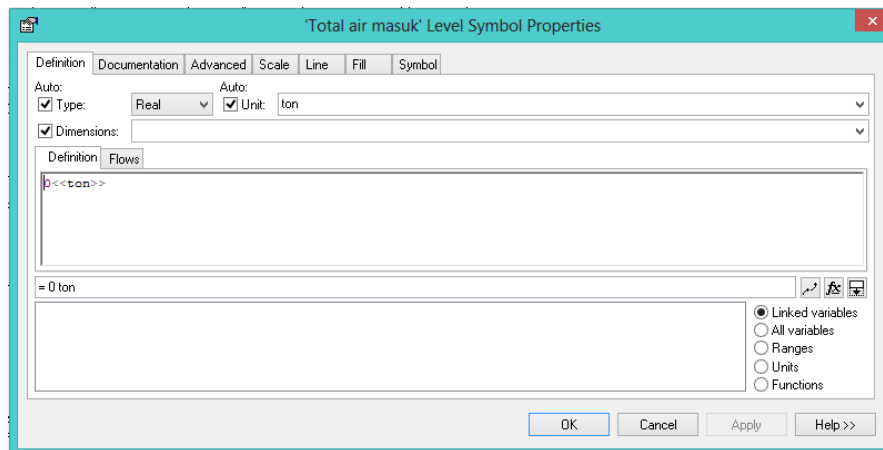
Dan untuk rumus yang digunakan pada powersim adalah:



Gambar 6.8 Debit

6.1.5 Total Air Masuk

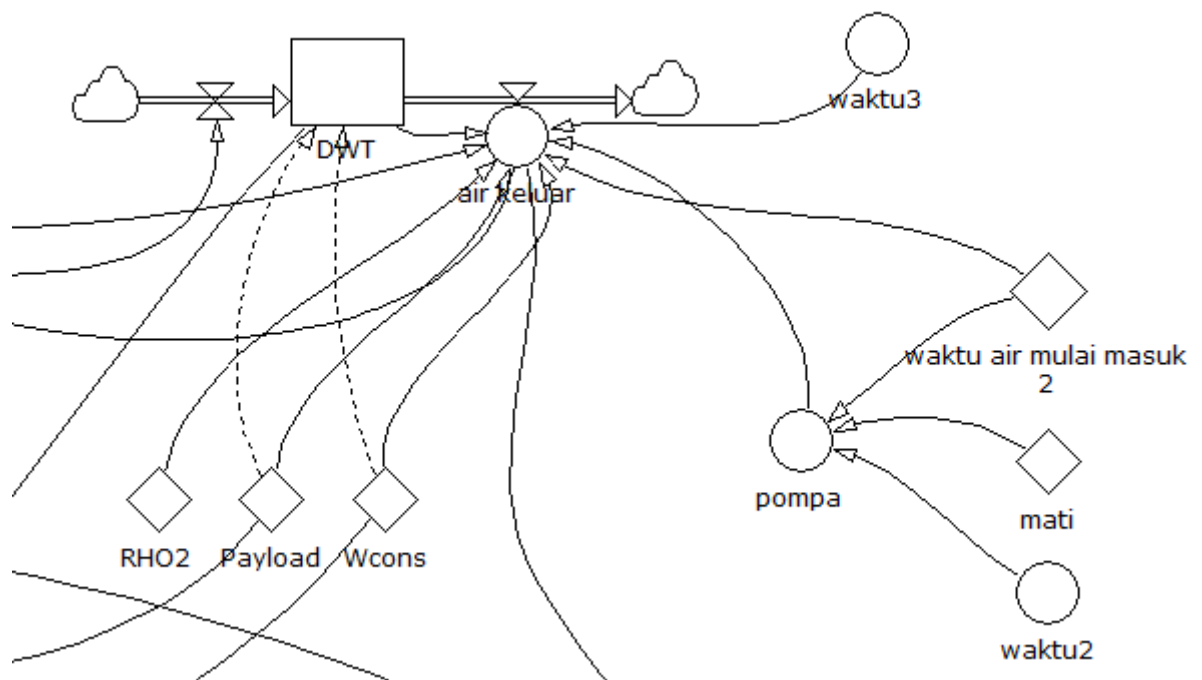
Total air masuk disini berupa level yang berarti level tersebut menyimpan dan menambahkan air masuk setiap detiknya.



Gambar 6.9 Total Air masuk

6.2 Air Keluar

Auxiliary Air keluar dipengaruhi oleh beberapa komponen seperti pompa, payload, w cons, DWT, RHO. Untuk air keluar nantinya akan digunakan melawan air yang masuk sehingga menjaga kapal agar tidak tenggelam. Untuk satuannya menggunakan ton/s.

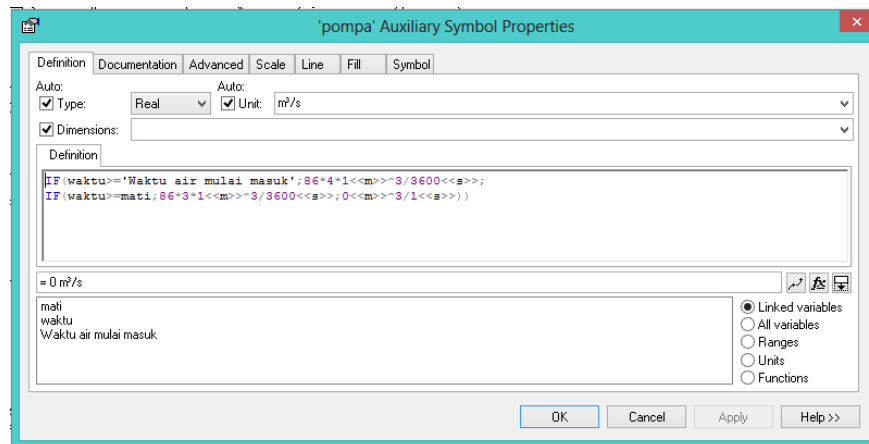


Gambar 6.10 Air Keluar

6.2.1 Pompa

Untuk pompa penulis menggunakan dua IF ketika pompa masi berjumlah 4 pada saat kapal mulai kemasukan air lalu pada tanggal 20 Februari 2015 pompa ada yang rusak

sehingga hanya dapat berfungsi 3 buah saja. Untuk kekuatan pompa yang dipakai adalah pompa dengan kekuatan 86 m³/jam.



Gambar 6.11 Pompa

6.2.2 Payload dan Wcons

Konstan Payload Wcons disini berasal dari payload kapal yang sesuai dengan kejadian nyata sedangkan untuk Wcons kapal sendiri didapatkan dari perhitungan. Untuk satuannya adalah ton.

6.2.3 DWT

Level DWT kapal sendiri didapat kan dari rumus payload + Wcons. Tujuan dibuatnya level ini agar tau perubahan dwt kapal setelah ditambahkan dengan air yang masuk.

6.2.4 RHO

Konstant RHO sendiri merupakan massa jenis air laut memiliki nilai sebesar 1,025 ton/m³. RHO digunakan untuk air masuk dan air keluar dikarenakan air masuk dan keluar merupakan air laut.

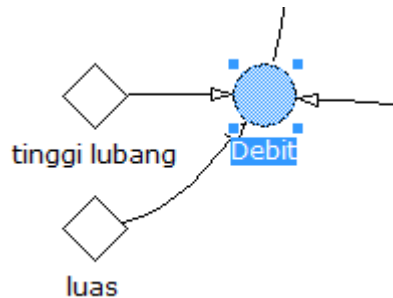
6.3 Skenario

Dalam simulasi kali ini akan dibuat 4 skenario. Dari 4 skenario itu penulis mencari letak kerusakan kapal dan mencocokkan tanggal, jam, dan jarak sesuai dengan yang ada di berita acara. Garis kuning pada lambung kapal merupakan ketinggian lubang. Sedangkan lingkaran merupakan letak kerusakan yang menyebabkan kapal bocor.

6.3.1 Skenario 1

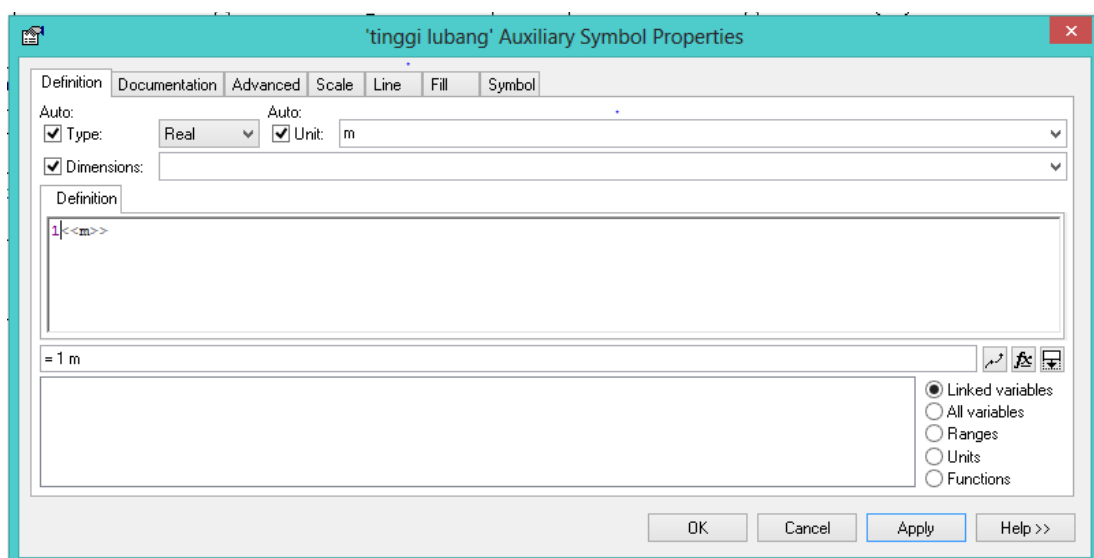
Di dalam skenario ini diketahui pompa yang berjalan 4 buah hanya sampai dengan tanggal 20 Februari pukul 01.00 WIB. Sedangkan jam selanjutnya memakai pompa 3 buah. Untuk ketinggian lubangnya 2,86 m dibawah sarat serta untuk luasan kerusakan sebesar 0,023708 m². Untuk komponen simulasinya akan di jelaskan pada gambar berikut:

6.3.1.1 Debit Air Skenario 1

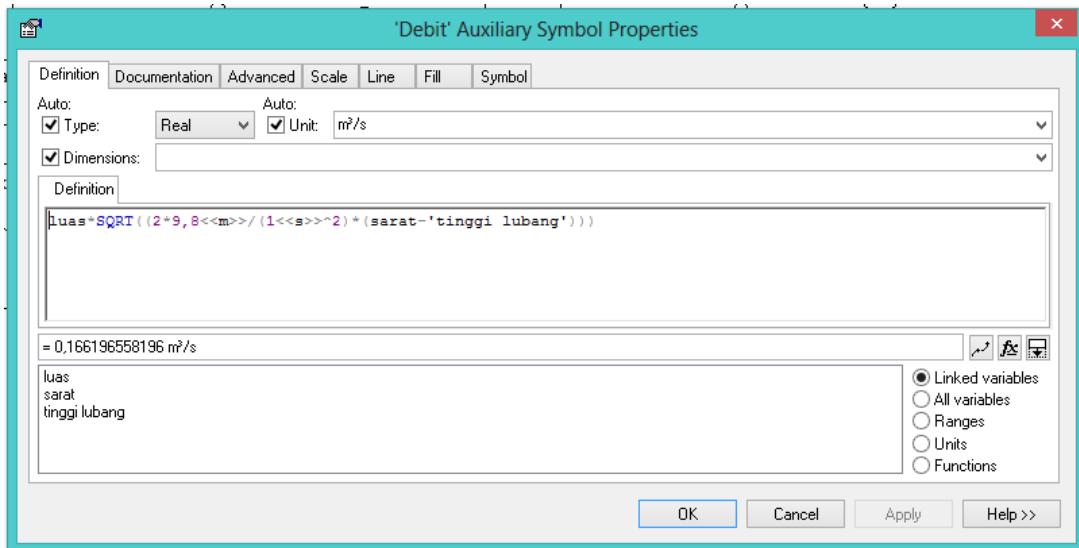


Gambar 6.12 Debit Air

Pada skenario 1 hal yang dilakukan pertama kali adalah merubah tinggi lubang. Pada kasus ini penulis menggunakan 1 – 3 meter sebagai tinggi lubang. Hal ini dilakukan agar nantinya hasil simulasi dan letak kerusakan cocok dengan kesaksian serta surat kecelakaan. Pada skenario 1, digunakan angka 1 meter untuk menjadi pengurang sarat pada rumus debit sehingga posisi kerusakan berada di 2,86 m dibawah sarat. Untuk penjelasannya seperti gambar di bawah:



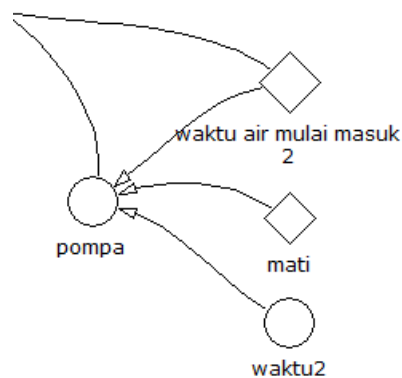
Gambar 6.13 Constant Tinggi Lubang Skenario 1



Gambar 6.14 Rumus Debit Air Skenario 1

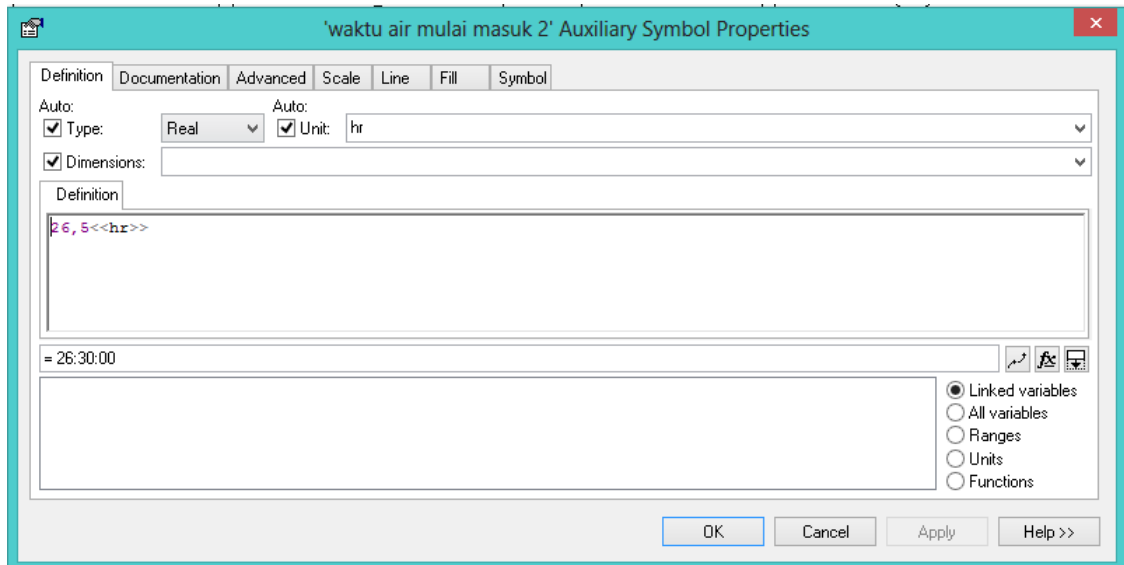
Tinggi lubang pada gambar sebelumnya akan menjadi pengurang pada sarat dan akan membantu rumus untuk menemukan debit air yang masuk. Dengan skenario ini maka debit air yang masuk pada ketinggian kebocoran 2,86 m di bawah sarat sebesar 0,222682958957 m³/s.

6.3.1.2 Pompa Skenario 1



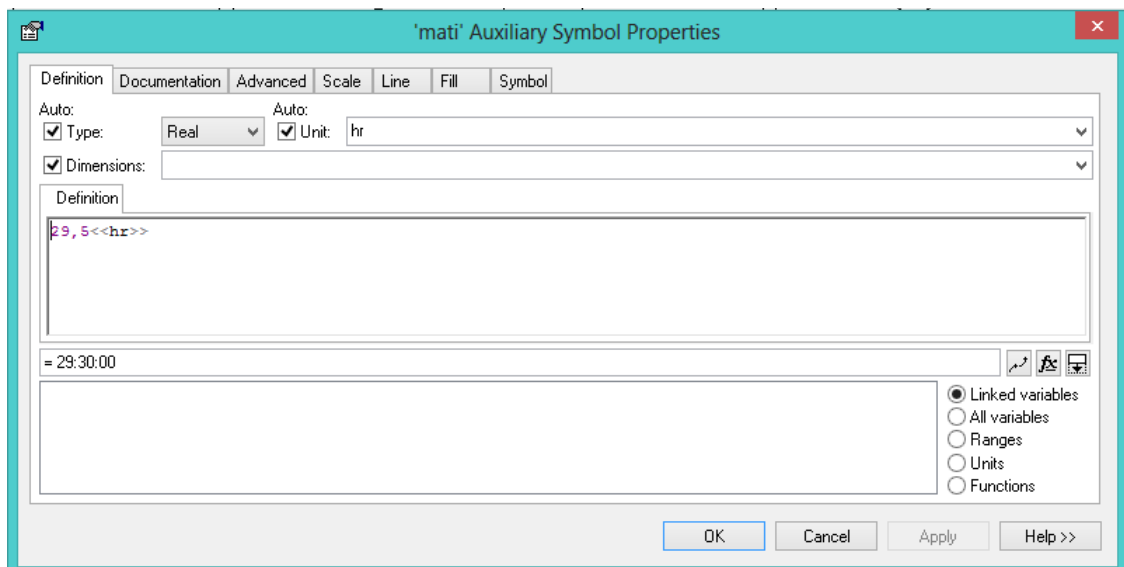
Gambar 6.15 Auxiliary Pompa Skenario 1

Dalam skenario 1 untuk pengaturan yang digunakan adalah *constant* di pasang pada perkiraan kapal mulai mengalami kemasukan air, lalu *constant* waktu dimana pompa yang berfungsi hanyalah 3 pompa yang awalnya menggunakan 4 pompa, dan yang terakhir adalah *auxilliary* waktu2 yang berfungsi sebagai pengatur simulasi agar hasil *running* simulasi dapat sesuai dengan kondisi kejadian.



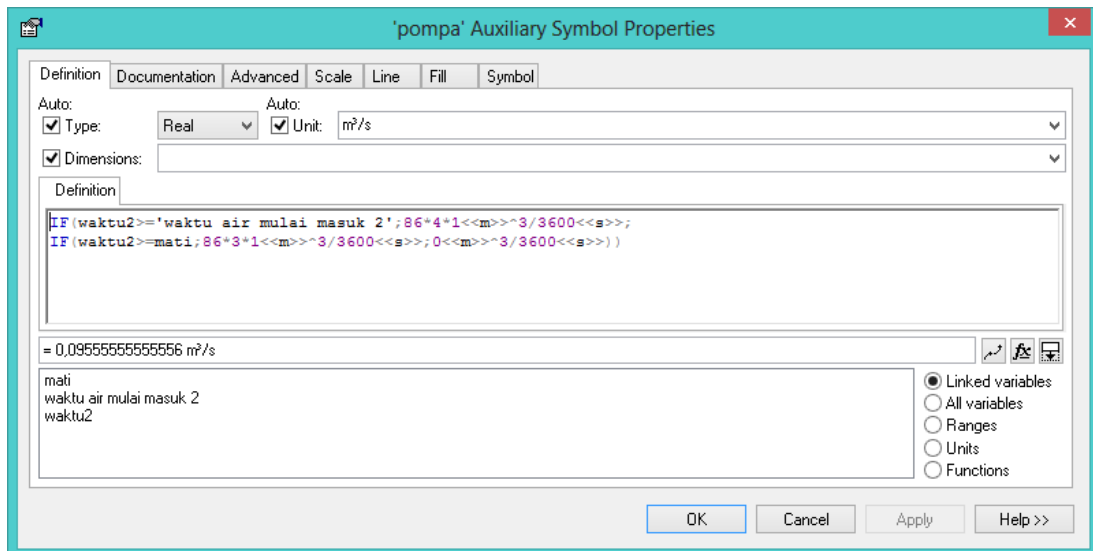
Gambar 6.16 Constant Air Mulai Masuk Skenario 1

Untuk *constant* ‘waktu air masuk’ dimasukkan angka 26,5 jam atau jam ketika kapal mulai kemasukan air (di hitung dari jam keberangkatan pada 19 Februari 2015 pukul 20.30 WIB). Constant ini akan berfungsi sebagai pemicu pompa agar bekerja ketika ada air masuk.



Gambar 6.17 Constant Mati Skenario 1

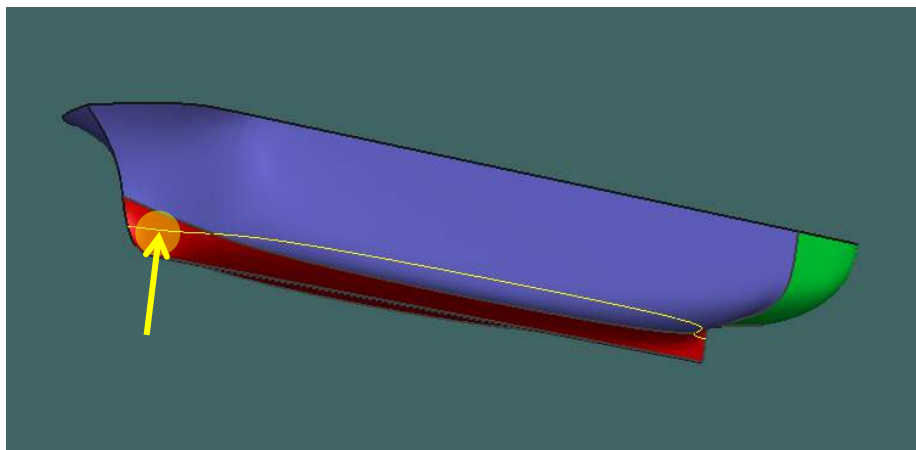
Untuk Constant ‘mati’ dimasukkan angka 29,5 jam atau jam ketika pompa yang bekerja hanya 3 pompa saja.



Gambar 6.18 Auxiliary Pompa Skenario 1

Dalam auxiliary pompa ini dapat kita lihat pompa yang digunakan berjumlah 4 dengan kekuatan 86 m³/s namun pada kasus ini penulis mengasumsikan pompa mati pada jam ke 29, 5 dan akhirnya pompa yang digunakan hanya 3 buah sampai dengan kapal tersebut tenggelam.

Lalu dari hasil pengaturan diatas skenario tersebut menghasilkan simulasi seperti gambar dibawah:



Gambar 6.19 Kerusakan Skenario 1

Untuk ketinggian lubang 2,86 m dibawah sarat dengan luasan kerusakan sebesar 0,023708 m² hasil simulasinya dapat dilihat pada gambar dibawah:

Tabel 16 Tabel Hasil Simulasi Skenario 1

Time	air keluar (ton/s)	air masuk (ton/s)	jarak (nm)
20 Feb 0:25	0,10	0,22	136,49
20 Feb 0:26	0,10	0,22	136,50
20 Feb 0:27	0,10	0,22	136,50
20 Feb 0:28	0,10	0,22	136,50
20 Feb 0:29	0,10	0,22	136,51
20 Feb 0:30	0,10	0,22	136,51
20 Feb 0:31	0,10	0,22	136,51
20 Feb 0:32	0,10	0,22	136,51
20 Feb 0:33	0,10	0,22	136,51
20 Feb 0:34	0,10	0,22	136,51
20 Feb 0:35	0,10	0,23	136,51
20 Feb 0:36	0,10	0,23	136,51
20 Feb 0:37	0,10	0,23	136,51
20 Feb 0:38	0,10	0,23	136,51
20 Feb 0:39	0,10	0,23	136,51
20 Feb 0:40	0,10	0,23	136,51
20 Feb 0:41			
20 Feb 0:42			

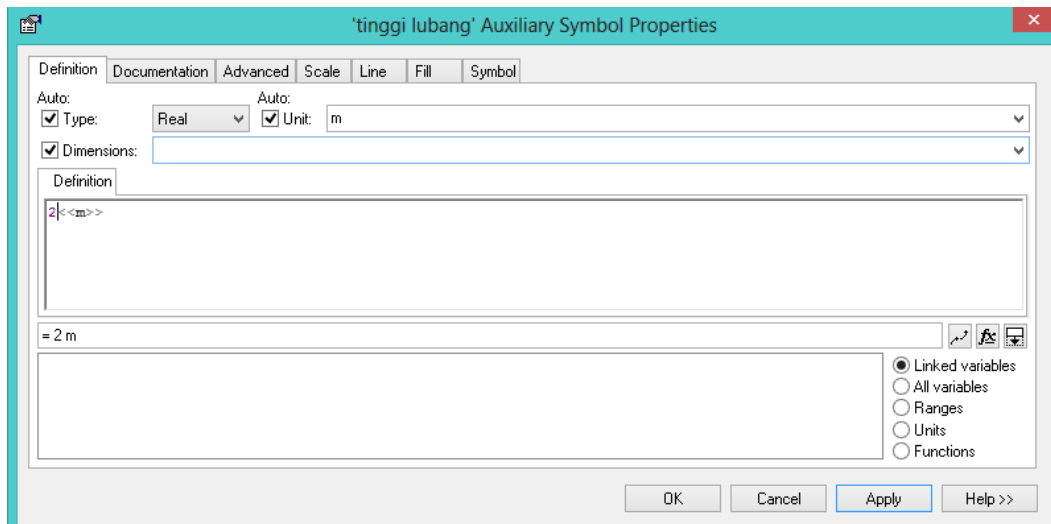
Tabel diatas menjelaskan bahwa kapal dengan ketinggian kerusakan 2,86 m dibawah sarat dengan luasan kerusakan sebesar 0,023708 m² tenggelam pada tanggal 20 Februari 2015 pukul 00.40 WIB dengan jarak 136,51 nm.

6.3.2 Skenario 2

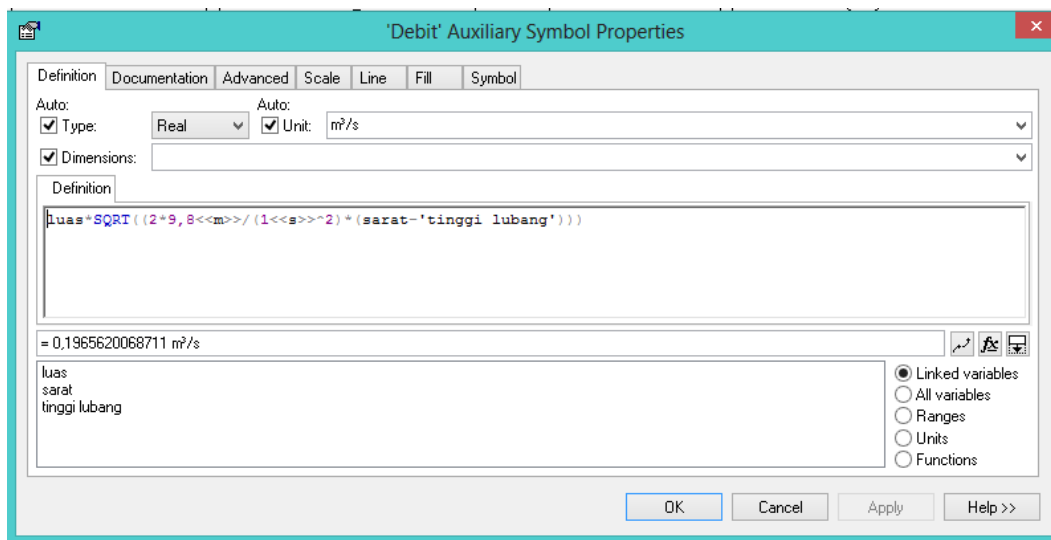
Di dalam skenario ini diketahui pompa yang berjalan 4 buah hanya sampai dengan tanggal 20 Februari pukul 01.00 WIB. Sedangkan jam selanjutnya memakai pompa 3 buah. Untuk ketinggian lubangnya 1,86 m dibawah sarat serta untuk luasan kerusakan sebesar 0,023708 m².

6.3.2.1 Debit Air Skenario 2

Pada skenario 2 hampir sama dengan skenario 1, namun pada skenario ini, digunakan angka 2 meter untuk menjadi pengurang sarat pada rumus debit sehingga posisi kerusakan berada di 1,86 m dibawah sarat, serta luasan kerusakanyang sama dengan skenario 1 dan untuk rumus debitnya sama dengan skenario 1. Untuk penjelasannya seperti gambar di bawah:



Gambar 6.20 Constant Tinggi Lubang Skenario 2

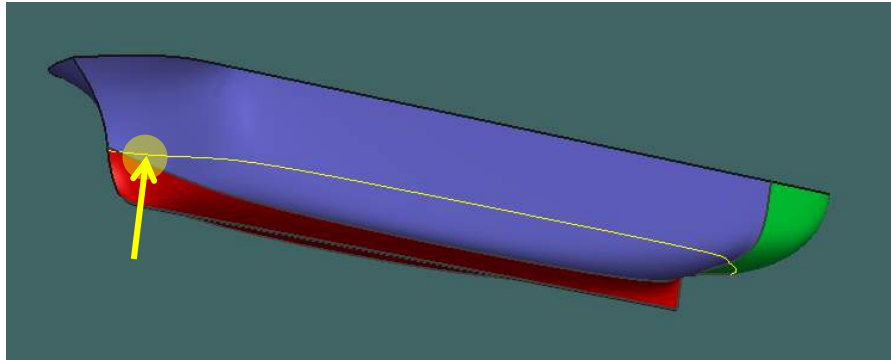


Gambar 6.21 Auxiliary Debit Skenario 2

Tinggi lubang pada gambar sebelumnya akan menjadi pengurang pada sarat dan akan membantu rumus untuk menemukan debit air yang masuk. Di karenakan adanya perubahan letak kebocoran yang berada pada 1,86 m di bawah sarat maka, jumlah air yang masuk juga berubah yaitu sebesar 0,1965620068711 m³/s.

6.3.2.2 Pompa Skenario 2

Dalam skenario 2 untuk pengaturan *constant* dan *auxiliary* sama dengan skenario 1 yaitu, untuk pengaturan *constant* 'waktu air masuk' dengan nilai sebesar 26,5 jam lalu untuk *constant* 'mati' di beri nilai 29,5 jam dan untuk *auxiliary* 'waktu2' juga sama dengan skenario 1 yaitu *TIMESTEP – STARTTIME*. Sehingga menghasilkan simulasi kebocoran seperti gambar dibawah:



Gambar 6.22 Kerusakan Skenario 2

Tabel 17 Skenario 2

Time	air keluar (ton/s)	air masuk (ton/s)	jarak (nm)
20 Feb 1:11	0,10	0,19	138,58
20 Feb 1:12	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:13	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:14	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:15	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:16	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:17	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:18	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:19	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:20	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:21	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:22	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:23	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:24	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:25	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:26	0,10	0,20	138,58
20 Feb 1:27			
20 Feb 1:28			
20 Feb 1:29			

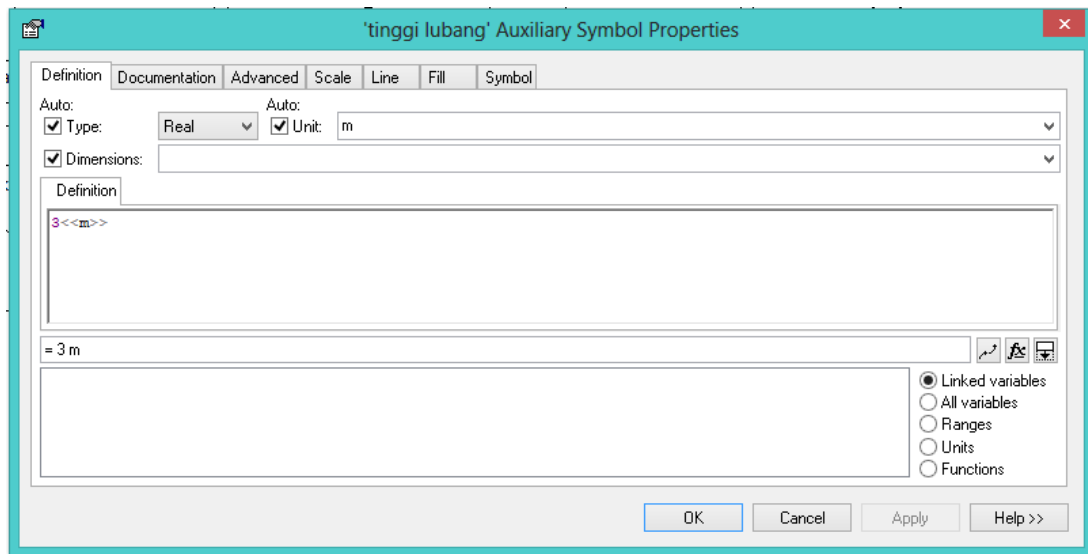
Tabel diatas menjelaskan bahwa kapal dengan ketinggian kerusakan 1,86 m dibawah sarat dengan luasan kerusakan sebesar 0,023708 m² tenggelam pada tanggal 20 Februari 2015 pukul 01.26 WIB dengan jarak 138,58 nm.

6.3.3 Skenario 3

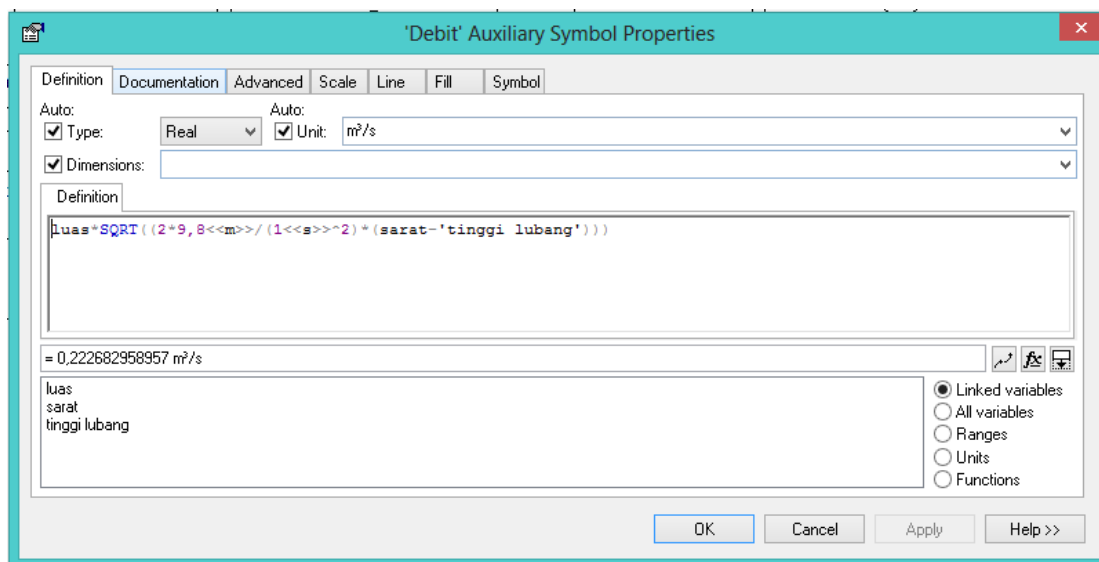
Di dalam skenario ini diketahui pompa yang berjalan 4 buah hanya sampai dengan tanggal 20 Februari pukul 01.00 WIB. Sedangkan jam selanjutnya memakai pompa 3 buah. Untuk ketinggian lubangnya 0,86 m dibawah sarat serta untuk luasan kerusakan sebesar 0,023708 m².

6.3.3.1 Debit Skenario 3

Pada skenario 3 hampir sama dengan skenario 1 dan 2, namun pada skenario ini, digunakan angka 3 meter untuk menjadi pengurang sarat pada rumus debit sehingga posisi kerusakan berada di 0,86 m dibawah sarat, serta luasan kerusakan yang sama dengan skenario 1 dan 2 dan untuk rumus debitnya sama dengan skenario 1 dan 2. Untuk penjelasannya seperti gambar di bawah:



Gambar 6.23 Tinggi Air Skenario 3



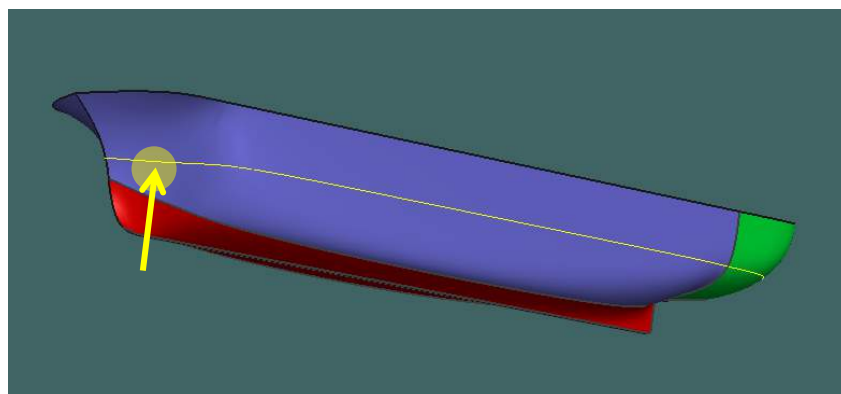
Gambar 6.24 Rumus Debit Skenario 3

Tinggi lubang pada gambar sebelumnya akan menjadi pengurang pada sarat dan akan membantu rumus untuk menemukan debit air yang masuk. Di karenakan adanya perubahan

letak kebocoran yang berada pada 0,86 m di bawah sarat maka, jumlah air yang masuk juga berubah yaitu sebesar 0,222682958957 m³/s.

6.3.3.2 Pompa Skenario 3

Dalam skenario 3 untuk pengaturan *constant* dan *auxiliary* sama dengan skenario 1 dan 2 yaitu, untuk pengaturan *constant* ‘waktu air masuk’ dengan nilai sebesar 26,5 jam lalu untuk *constant* ‘mati’ di beri nilai 29,5 jam dan untuk *auxiliary* ‘waktu2’ juga sama dengan skenario 1 yaitu *TIMESTEP* – *STARTTIME*. Sehingga menghasilkan simulasi kebocoran seperti gambar dibawah:



Gambar 6.25 Kerusakan Skenario 3

Tabel 18 Tabel Skenario 3

Time	air keluar (ton/s)	air masuk (ton/s)	jarak (nm)
20 Feb 6:13	0,10	0,16	158,15
20 Feb 6:14	0,10	0,16	158,15
20 Feb 6:15	0,10	0,16	158,15
20 Feb 6:16	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:17	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:18	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:19	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:20	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:21	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:22	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:23	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:24	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:25	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:26	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:27	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:28	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:29	0,10	0,17	158,15
20 Feb 6:30	0,10	0,17	158,15

Tabel diatas menjelaskan bahwa kapal dengan ketinggian kerusakan 0,86 m dibawah sarat dengan luasan kerusakan sebesar 0,023708 m² tenggelam pada tanggal 20 Februari 2015 pukul 06.30 WIB dengan jarak 158,15 nm. Hasil dari simulasi ini ternyata cocok dengan berita acara kecelakaan KLM. Sampoerna Indah.

6.3.4 Skenario 4

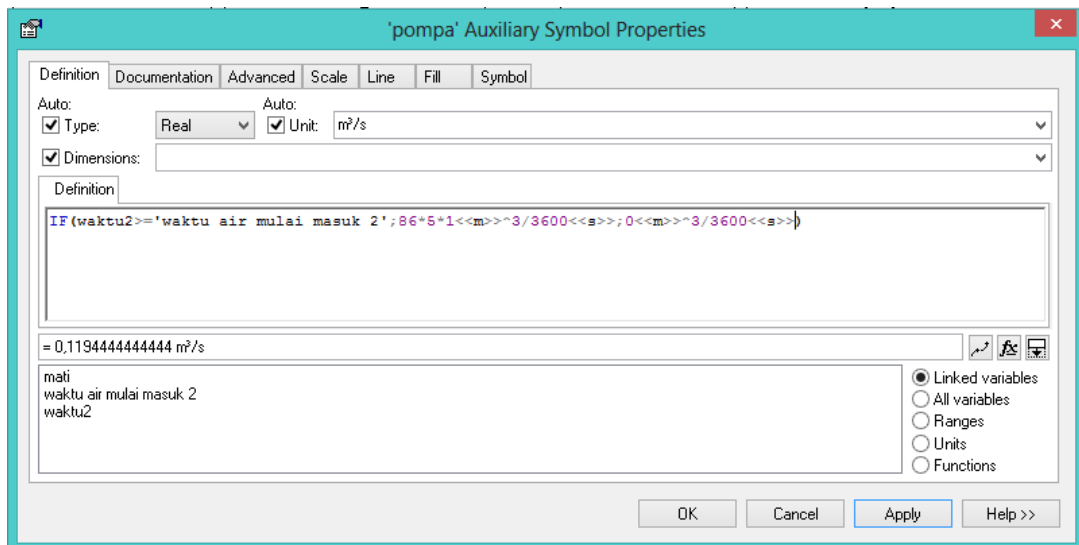
Di dalam skenario ini diketahui pompa yang berjalan 5 buah mulai dari kapal dimasuki air pada 19 Februari 2015. Untuk ketinggian lubangnya 0,86 m dibawah sarat serta untuk luasan kerusakan sebesar 0,023708 m².

6.3.4.1 Debit Air Skenario 4

Pada skenario 4 hampir sama dengan skenario 3, yang digunakan angka 3 meter untuk menjadi pengurang sarat pada rumus debit sehingga posisi kerusakan berada di 0,86 m dibawah sarat, serta luasan kerusakanyang sama dengan skenario 1-3 dan untuk rumus debitnya sama dengan skenario 1-3. Untuk debit air yang digunakan sama dengan skenario 3 yaitu 0,222682958957 m³/s.

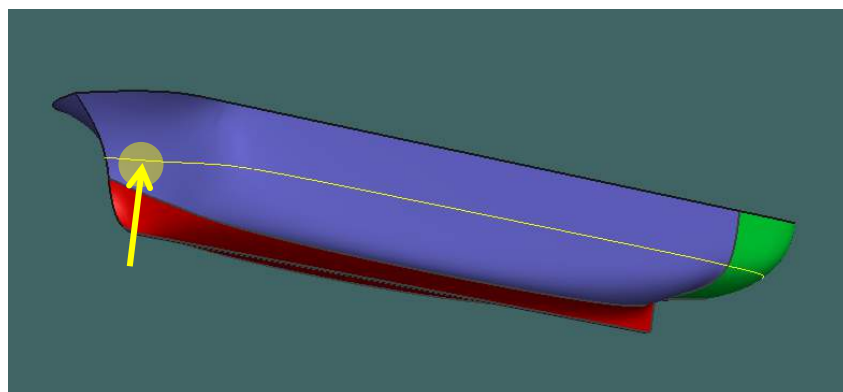
6.3.4.2 Pompa Air Skenario 3

Dalam skenario 4 untuk pengaturan *constant* dan *auxiliary* sama dengan skenario 1 dan 2 yaitu, untuk pengaturan *constant* ‘waktu air masuk’ dengan nilai sebesar 26,5 jam lalu untuk *constant* ‘mati’ di beri nilai 29,5 jam ditiadakan dikarenakan pada skenario ini di asumsikan bahwa tidak ada pompa yang mengalami kerusakan sehingga pompa yang digunakan di saat kapal mulai mengalami kebocoran yaitu 5 pompa dan untuk *auxiliary* ‘waktu2’ juga sama dengan skenario 1 yaitu *TIMESTEP – STARTTIME*. Sehingga menghasilkan simulasi kebocoran seperti gambar dibawah:



Gambar 6.26 Pompa Skenario 4

Pada rumus pompa ini komponen waktu yang digunakan adalah waktu ketika kapal tersebut mengalami kebocoran pada 26,5 jam dihitung dari Gresik. Lalu dalam skenario ini pompa dianggap dalam kondisi yang baik sehingga dapat berfungsi secara normal. Untuk hasil simulasinya dapat kita lihat pada gambar berikut:



Gambar 6.27 Kerusakan Skenario 4

Time	air keluar (ton/s)	air masuk (ton/s)	jarak (nm)
21 Feb 8:22	0,12	0,10	298,62
21 Feb 8:23	0,06	0,10	298,70
21 Feb 8:24	0,00	0,10	298,79
21 Feb 8:25	0,06	0,10	298,87
21 Feb 8:26	0,12	0,10	298,95
21 Feb 8:27	0,12	0,10	299,04
21 Feb 8:28	0,12	0,10	299,12
21 Feb 8:29	0,12	0,10	299,20
21 Feb 8:30	0,12	0,10	299,29
21 Feb 8:31	0,12	0,10	299,37
21 Feb 8:32	0,12	0,10	299,45
21 Feb 8:33	0,12	0,10	299,53
21 Feb 8:34	0,12	0,10	299,62
21 Feb 8:35	0,12	0,10	299,70
21 Feb 8:36	0,12	0,10	299,78
21 Feb 8:37	0,12	0,10	299,87
21 Feb 8:38	0,12	0,10	299,95
21 Feb 8:39			

Gambar 6.28 Tabel Skenario 4

Tabel diatas menjelaskan bahwa kapal dengan ketinggian kerusakan 0,86 m dibawah sarat dengan luasan kerusakan sebesar 0,023708 m² namun dengan jumlah pompa 5 yang menyala berhasil sampai pada tanggal 21 Februari 2015 pukul 08.38 WIB dengan jarak 299,95 nm.

Dari ke – 4 skenario dapat disimpulkan bahwa skenario 3 yang paling mendekati dengan berita kecelakaan KLM. Sampoerna Indah. Dengan jumlah pompa 4 buah yang menyala pada awal mulai terjadi kebocoran dan pada tanggal 20 Februari 2015 pukul 01.00 WIB berkurang menjadi 3 buah pompa.

BAB 7 KESIMPULAN

7.1 Kesimpulan

Setelah melakukan studi forensik dan simulasi terhadap kasus Tenggelamnya KLM. Sampoerna Indah pada 20 Februari 2015 yang dilakukan penulis dapat di simpulkan bahwa:

1. Kecelakaan terjadi akibat Tingginya gelombang yang terjadi pada saat itu. Sehingga menyebabkan kapal mengalami kebocoran.
2. Cuaca yang buruk bukan penyebab utama dikarenakan kecepatan angin masih terbilang normal yaitu 18,63 Knot.
3. Kurangnya perawatan pada lambung kapal dan perlengkapan kapal yang menyebabkan rusaknya pompa.
4. Setelah dilakukan simulasi kerusakan yang terjadi pada KLM. Sampoerna Indah terjadi di bagian kiri haluan dengan lokasi kerusakan pada ketinggian 0,86 m di bawah sarat kapal dengan luas kerusakan sebesar 0,024 m² dan diakibatkan karena pompa di kapal tidak dapat berfungsi.
5. Total kerugian yang disebabkan tenggelamnya kapal tersebut dilihat dari sisi operasional dan finansial adalah sejumlah Rp 2,935,506,924.00.

7.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Memperhatikan stabilitas kapal akibat terjadi kebocoran kapal
2. Memperhatikan sifat dan jenis muatan.

DAFTAR PUSTAKA

- B., R. R. (2017). *Analisis Teknis Tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di Perairan Masalembo*. Surabaya: ITS.
- Badan Meteorologi dan Geofisika. (2013). PENGERTIAN DASAR ANGIN KENCANG, BADAI TROPIS. 1-5.
- BKI. (2014). *BKI-Rules for small Vessel up to 24m*. Jakarta: BKI.
- BMKG. (2017). Ramalan Cuaca 2015. (R. E. N., Pewawancara)
- Cummins. (t.thn.). *KTA19-M3*. Diambil kembali dari <https://cumminsengines.com/showcase-item.aspx?id=312&title=+KTA19+for+Marine>
- Enciety. (t.thn.). *Aktivitas Bongkar Muat Pelra Meningkatkan*. Diambil kembali dari <http://www.enciety.co/aktivitas-bongkar-muat-pelra-meningkat/>
- Gunawan, R. (2017). *ANALISA PENYEBAB KEBOCORAN KAMAR MESIN PADA KM. NUSANTARA AKBAR*. Surabaya: ITS.
- I Wayan Luga, I. A. (2009). *PROSES SEDIMENTASI DI TELUK SAMPIT, KABUPATEN KOTA WARINGIN TIMUR*, 51-53.
- Kementrian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas II Gresik. (2015). *Surat Kecelakaan KLM. Sampoerna Indah*. Gresik: antor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas II Gresik.
- Loupatty, G. (2013). Karakteristik Energi Gelombang dan Arus Perairan di Provini Maluku. *Jurnal Barekeng*, 19-22.
- Malisan, J. (2013). *Keelamatan Transportasi Laut Pelayaran Rakyat: Studi Kasus Armada Phinisi*, 40.
- Maritime World. (2013). *Perhitungan TPC*. Diambil kembali dari <http://www.maritimeworld.web.id/2013/12/displacement.html>

- Pelindo. (2018). *Dimensi Pelabuhan Gresik*. Diambil kembali dari <https://www.pelindo.co.id/profil-perusahaan/cabang-anak-perusahaan/cabang-perusahaan/q/gresik>
- Pelindo. (2018). *Dimensi Pelabuhan Sampit*. Diambil kembali dari <https://www.pelindo.co.id/profil-perusahaan/cabang-anak-perusahaan/cabang-perusahaan/q/pelabuhan-sampit>
- Samudera, Y. P. (2017). *STABILITAS KAPAL UNTUK PERWIRA PELAYARAN NIAGA: VOL. I*. Surabaya.
- Sasono, E. J. (2006). Metode Simpson. *APLIKASI METODE NUMERIK DALAM PERHITUNGAN LUAS DAN VOLUME BADAN KAPAL YANG BERADA DI BAWAH PERMUKAAN AIR LAUT*, 85-86.
- YariantoSBS, K. A. (2000). Pola Angin Laut dan Angin Darat di Daerah Ujung Lemahabang, Semenanjung Muria. *Pengembangan Energi Nuklir Vol. 2 No. 4*, 199-206.
- Zakaria, B. E. (2017). *Model Dinamika Sistem Peramalan Permintaan Transportasi Peti Kemas Domestik dan Perencanaan Kapasitas Terminal: Studi Kasus Terminal Berlian Surabaya*. Surabaya: ITS.

Lampiran

Paks Samsi KLM. Citra Indah



Pak Amir Citra Indah



Pak Erwan Mahligai setia



Pak Salehwangen Wahib Ketua DPD Pelra Jatim



DAFTAR AWAK KAPAL **CREW LIST**

Nama kapal : Samperna Indah Bendera : Indonesia
 Jenis kapal : Klm Berangkat Ke : Gresik
 Isi Kotor : GT.399 Tanggal : 22 Januari 2015

No	Nama	Jabatan	Keterangan
1	Amir Hannudin	Nakhoda/Opr	MTR Tk.I
2	Al Amin	Mualim	MPR Tk.I
3	Suriansyah	K.K.M	JNPR Tk.I
4	Amrullah	Masinis	JNPR Tk.I
5	Sapinah	Juru Mudi	
6	Suriansyah	Juru Mudi	
7	Kasim	Juru Mudi	
8	Anton	Juru Minyak	
9	Jainudin	Juru Minyak	
10	Jaidun	Juru Masak	
11	Mijati	Kelasi	
Jumlah : 11		orang termasuk nakhoda	

Pupuk : 900 TON
G.C : 50 TON

Atk Teta



Sampit, 22 Januari 2015
Nakhoda :
[Signature]
AMIR HANNUDIN

MENGETAHUI/MENYETUJUI :
* KEPALA KANTOR
KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS
PELABUHAN SAMPIT
Kasi Keselamatan Pelayaran, Penjagaan dan Patroli



LAPORAN KECELAKAAN KAPAL SHIP ACCIDENT REPORT

KL.205 / 2 / II / 2015

Mengenai kapal laut bernama : KLM. Sampoerna Nama panggilan : PNVD
 Indah Call sign :
 Ship's name :
 Jenis kapal : KAPAL LAYAR MOTOR
 Type of ship :
 Dibangun di : BANYUWANGI Tahun : 2007
 Built at : Year :
 Klasifikasi : - Tanda pendaftaran : 2010 Na No.680/L
 Classification : Register number :
 Panjang kapal : 33.99M Lebar terbesar : 12.80M Dalam : 3.86M
 Length over all : Bradth moulded : Depth :
 Mesin induk : CUMMINS Daya dorong : LAYAR DIBANTU TK/KW : 425 TK
 Main engine : MESIN HP/KW :
 Power :
 Dock terakhir : GRESIK Tanggal : 29-07-2014 s/d : 04-08-2014
 Last docking : Date : until :
 Nama nakhoda : AMIR HANUDIN Jenis & No. Ijasah : MPR TK.I & K2 00232
 Master's name : Kind of C.O.C :
 Alamat pemilik : SURABAYA
 Ship's owner address :
 Tanggal dan waktu kecelakaan : 20 FEBRUARI 2015 , JAM 06.30 LT
 Date and time of accident :
 Tempat kecelakaan di : LAUT JAWA – TIMUR PULAU BAWEAN
 Place of accident :
 Posisi (koordinat) : GPS 04° 54' 00"LS - 113° 32' 00"BT
 Position (coordinate) :
 Jenis kecelakaan : KAPAL TENGGELAM
 Nature of accident :

Uraian kecelakaan itu dan ikhwalnya (jikalau ada orang yang cidera harus disebut nama, nama kecil,
 Description of accident and of circumstances under which it took place (if happen to one or more person

Kronologi kejadian KLM. Sampoerna Indah tenggelam di laut Jawa, pada hari Rabu tanggal 18 Februari 2015 jam 20.30LT KLM. Sampoerna Indah berangkat dari pelabuhan Gresik tujuan Sampit dengan muatan pupuk Phospat sebanyak 920 Ton dan GC 50 Ton. Dan kemudian setelah keluar dari kolam, belayar diselat Madura menuju muara Surabaya atau Krg. Jombang. Pada jam 23.30LT kapal belayar melewati bouy no.5 saya menetapkan haluan kapal 010° untuk menuju Timur pulau Bawean. Selama dalam pelayaran menuju pulau Bawean keadaan cuaca baik-baik saja, angin dari arah Barat Daya, ombak ± 50Cm dan kecepatan kapal 5.8 s/d 6 Knot. Pada tanggal 19 Februari 2015 jam 11 siang posisi kapal di Timur pulau Bawean, pada posisi 05° 40' 00"LS - 113° 00' 00"LT keadaan kapal dalam baik semua, dan cuaca angin dari arah Barat, ombak ±50 s/d 70 Cm, pada jam 12.00LT haluan kapal saya gerak ke kiri dengan haluan 360° Pada tanggal 19 Februari 2015 jam 20.00LT cuaca mulai berubah, hujan turun dan angin kencang, ombak mulai naik ± 1 s/d 1.5 Meter dan posisi kapal ada pada posisi 05° 04' 00"LS - 113° 03' 00"LT dan kecepatan kapal mulai berkurang, hanya 3.5 s/d 4

knot. Kemudian pada tanggal 20 Februari 2015 jam 00.00LT cuaca terus memburuk, angin sangat kencang dari arah Barat dan ombak semakin meninggi mencapai ± 2 s/d 3 Meter, dan pada saat itu KKM (Kepala Kamar Mesin) naik ke anjungan ruang kemudi memberitahukan bahwa air di ruang kamar mesin mulai penuh dan kemudian airnya dipompa keluar. Pada saat itu juga saya perintahkan ke Juru Mudi untuk memutar haluan ke Timur untuk mengurangi olengan pada kapal. Pada hari Jumat tanggal 20 Februari 2015 jam 03.00LT kapal berlayar di arahkan menuju mendekati kapal nelayan. Pada jam 04.30LT KKM memberitahukan bahwa pompa air tidak mengatasi lagi air di ruang kamar mesin. Pada saat itu juga saya perintahkan ABK (Anak Buah Kapal) agar bersiap-siap untuk menyelamatkan diri dengan memakai baju renang masing-masing, kemudian ABK menurunkan rakit penolong dan semuanya sudah berada diatas rakit. Pada jam 06.30LT kapal mulai tenggelam pada posisi $04^{\circ}54'00\text{LS} - 113^{\circ}32'00\text{BT}$, kemudian pada jam 07.00LT kami ditolong kapal nelayan yaitu KMN, Putra Usaha I dan KMN. Riski Tirta Santika kemudian kami dibawa ke Rembang. Pada hari Sabtu tanggal 21 Februari 2015 jam 12.30LT kami tiba dipelabuhan TPI (Tempat Penampungan Ikan) Rembang dan langsung melapor ke Pol Airud dan Kamla Rembang.

jabatan dan alamat yang bersangkutan)

name and surname, proffesion and address to be mentioned) :

C. Sebab (atau sebab-sebab) yang diperkirakan tentang kecelakaan itu :

Probable (or causes) of accident :

Tanggal 20 Februari 2015 jam 00.00LT cuaca terus memburuk, angin sangat kencang dari arah Barat dan ombak semakin meninggi mencapai ± 2 s/d 3 Meter, dan pada saat itu KKM (Kepala Kamar Mesin) naik ke anjungan ruang kemudi memberitahukan bahwa air di ruang kamar mesin mulai penuh dan kemudian airnya dipompa keluar. Pada saat itu juga saya perintahkan ke Juru Mudi untuk memutar haluan ke Timur untuk mengurangi olengan pada kapal. Pada hari Jumat tanggal 20 Februari 2015 jam 03.00LT kapal berlayar di arahkan menuju mendekati kapal nelayan. Pada jam 04.30LT KKM memberitahukan bahwa pompa air tidak mengatasi lagi air di ruang kamar mesin dan akhirnya kapal tenggelam

D. Tindakan apakah yang telah dilakukan sesudah kapal kena kecelakaan :

What step have been taken after the accident occurred :

KKM berusaha memompa air laut yang masuk di kamar mesin, dan nakhoda berusaha mencari pertolongan dengan merubah haluan kapal mendekati kapal ikan yang berada disekitar lokasi. Saat ada laporan dari KKM bahwa air yang masuk di kamar mesin bertambah banyak dan tidak bisa dipompa lagi, nakhoda perintahkan semua ABK memakai jaket renang (Life Jacket) dan turunkan rakit penolong untuk meninggalkan kapal yang saat itu bocor dari kamar mesin.

E. Dari pertanyaan-pertanyaan berikut yang harus dijawab ialah yang bersangkutan dengan kecelakaan

Of the following question only those have to be answered, which have something to do with the
itu, atau mungkin penting untuk bahan pertimbangan lebih lanjut : TIDAK ADA
accident of which may be of any importance in order to draw a conclusion of it :

Jumlah awak kapal : 11 (sebelas) ORANG TERMASUK NAKHODA / --

Number of crew :

Jumlah penumpang : NIHIL

Number of passenger on board :

Jumlah maksimum yang diijinkan : -----
Maximum allowable limit :

Jenis muatan : Pupuk Phospat dan GC
Kind of cargo :

Jumlah muatan : 920 Tons + 50 Tons
Total cargo on board :

Pelabuhan tolak : Gresik
Departing port :

Tanggal : 18.02.15
Date :

Jam : 18.00 LT
Time :

Pelabuhan tujuan : Sampit
Destination of port :

Akibat kecelakaan bagi kapal (dalam hal pelanggaran bagi kedua kapal itu) :
Effects of accident to the ship (by collision for both ships) :
Kapal KLM. Sampoerna Indah tenggelam

kecelakaan bagi muatan dan/atau awak kapal dan penumpang :
 effects of the accident to the cargo and/or crew and passengers :

Muatan Pupuk Phospat tidak dapat diselamatkan, ikut tenggelam bersama kapal KLM, Sampoerna Indah.

Adakah alasan lain (dan jikalau ada, alasan apa) untuk memperkirakan bahwa yang harus dipersalahkan
 is there any reason (and if so why) to consider that the accident partly or altogether due to the
 dalam hal ini sebagian atau seluruh kecelakaan adalah akibat konstruksi
 construction

atau tata susunan kapal : CUACA BURUK DAN ADA KEBOCORAN DIKAMAR MESIN YANG TIDAK
 BISA DIPOMPA SEHINGGA AIR TERUS MASUK DAN AKHIRNYA KAPAL
 TENGGELOM

or arrangement or equipment at ship :

atau pemuatan kapal itu yang kurang baik ? : TIDAK
 or cargo on board are not good or properly stowed :

Siapakah yang mengetahui tentang kecelakaan itu (nama-nama, jabatan dan alamat lengkap) :
 Persons who have been present at the accident, who have seen it happened or may give information in
 connection with (names, professional and address) :
 NAKHODA DAN ABK KLM. SAMPOERNA INDAH

Apakah orang itu telah diperiksa dan apakah ia berpendapat (sekedar masing-masing dapat
 Have these presents been questioned, and is in their opinion as far as they can judge that in the
 menimbang hal itu) bahwa dalam uraian kecelakaan dibawah "B" diberikan dengan benar-benar : YA
 description of the accident given under "B" the accuracy has been correctly Describe

Apakah ada orang diantaranya yang hendak menyangkal uraian ini atau hendak memberikan
 Are there person who have any objection to the description or give additional informations if any who
 keterangan tambahan, jika ada siapa dan apa saja yang dikemukakannya : TIDAK ADA
 and what to be informed

Apakah Pengawas Keselamatan Pelayaran atau Syahbandar mempunyai peringatan sendiri, jikalau ada,
 Has the harbor master any remarks to make
 peringatan apakah itu : TIDAK ADA
 if so what

Mengetahui
 KSOP Gresik

Acknowledged by

Harbour Master Port of Gresik


J. TURMANTO, SE.MM.
 Penati (IIIc)
 NIP. 19581229 198003 1 002

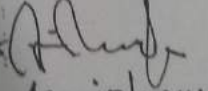
Laporan ini telah dibuat di : Kantor Syahbandar dan Otoritas
 Pelabuhan Kelas II Gresik
 Reported at : Office of Harbour Master Port
 Gresik

Hari/tanggal : Selasa, 24 Februari 2015

Day/date

Nakhoda

The master


 Amir Handin

022. 028315

No. Registrasi : PPH 24 / 246 / 1 / 2015



REPUBLIK INDONESIA
THE REPUBLIC OF INDONESIA

SURAT PERSETUJUAN BERLAYAR
PORT CLEARANCE

NO. 02 / AP. II / 330 / 1 / 2015

Berdasarkan UU No. 17 Tahun 2008 Pasal 219 ayat 1
Under The Shipping Act No. 17, 2008 Article 219 (1)

Nama kapal..... KEM SAMUDERA INDAH..... Tonnase kotor 339
Ship Name..... Gross Tonnage.....
Bendera Kebangsaan INDONESIA..... Nakhoda AMIR HANNUDWI
Nationality Flag..... Master.....
Nomor IMO Nama Panggilan
IMO Number..... Call Sign.....

Sesuai dengan Surat Pernyataan Keberangkatan Kapal yang dibuat oleh Nakhoda Tanggal..... Pukul..... WS,
In accordance with Sailing Declaration issued by Master on dated..... Time..... LT

Bahwa kapal telah memenuhi seluruh ketentuan Pasal 219 (3) UU No. 17 Tahun 2008
That ship has fully comply with the provision of Article 219 (3), Shipping Act 17, 2008

Dengan ini kapal tersebut di atas disetujui untuk
The above mentioned vessel is hereby granted for

Bertolak dari Pada tanggal/jam Pelabuhan tujuan
Departure from on date/time Port of Destination

Jumlah awak kapal :
Number of Ship Crews

Dengan muatan
With cargoes

Tempat Diterbitkan :
Place of issued

Pada tanggal : 16 Februari 2015
Date

Jam : 19.00 WIB
Time

Perhatian :
Attention :

1. Surat Persetujuan Berlayar ini berlaku paling lama 24 jam sejak diterbitkan dan kapal wajib meninggalkan pelabuhan
This Port Clearance expired 24 hours due to date of issued and ship should leave of port
2. Apabila dalam 24 jam Pemilik, agen atau Nakhoda Kapal tidak melayarkan kapalnya sejak Surat Persetujuan Berlayar diterbitkan, agar dikembalikan ke Syahbandar untuk penerbitan kembali, apabila perlu mengajukan permohonan Surat Persetujuan Berlayar yang baru.
Within 24 hours after issued the port clearance, the owner, agent or master of any vessel which fails to sails. Port Clearance shall be related to the Harbour Master for the re-issued, and if so required, obtain a new port clearance.
3. Surat Persetujuan Berlayar ini tidak berlaku apabila terdapat coretan-coretan atau perubahan-perubahan.
This port clearance expired if any corrections or deletions



da armada

DAFTAR AWAK KAPAL **CREW LIST**

Nama kapal : Samperna Indah Bendera : Indonesia
Jenis kapal : KLM Berangkat Ke : Gresik
Isi Kotor : GT.399 Tanggal : 22 Januari 2015

No	Nama	Jabatan	Keterangan
1	Amir Hannudin	Nakhoda/Opr	MPR Tk.I
2	Al Amin	Mualim	MPR Tk.I
3	Suriansyah	K.K.M	JNPR Tk.I
4	Amrullah	Masinis	JNPR Tk.I
5	Sapinah	Juru Mudi	
6	Suriansyah	Juru Mudi	
7	Kasim	Juru Mudi	
8	Anton	Juru Minyak	
9	Jainudin	Juru Minyak	
10	Jaidun	Juru Manek	
11	Mijati	Kelasi	
JUMLAH : 11		orang termasuk nakhoda	

Pupuk : 900 TON
G.C : 50 TON

Atk Tetap



Sampit, 22 Januari 2015
Nakhoda :
AMIR HANNUDIN

MENGETAHUI/MENYETUJUI:
KEPALA KANTOR
KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS
PELABUHAN SAMPIT
Kasi Keselamatan Pelayaran, Penjagaan dan Patroli



**PERINGATAN AWAL
UTAMAKAN KESELAMATAN
BERLINDUNG JIKA CUACA BURUK**

No. Registrasi : **KLM / 03 / 1 / 2015**

T31. 009015



**REPUBLIK INDONESIA
THE REPUBLIC OF INDONESIA**

**SURAT PERSETUJUAN BERLAYAR
PORT CLEARANCE**

NO. : **5.1 KSOP-III 153** **1** **2015**

Berdasarkan UU No. 17 Tahun 2008 Pasal 219 ayat 1
Under The Shipping Act No. 17, 2008 Article 219 (1)

Nama kapal <i>Ship Name</i>	KLM. SAMPOERNA INDAH	Tonnase kotor <i>Gross Tonnage</i>	GT. 399
Bendera Kebangsaan <i>Nationality Flag</i>	INDONESIA	Nakhoda <i>Master</i>	AMIR HANNUDIN
Nomor IMO <i>IMO Number</i>		Nama Panggilan <i>Call Sign</i>	

Sesuai dengan Surat Pernyataan Keberangkatan Kapal yang dibuat oleh Nakhoda Tanggal **23-01-2015** Pukul **10.30** WIB
In accordance with Sailing Declaration issued by Master on dated **23-01-2015** **10.30** **WIB**

Bahwa kapal telah memenuhi seluruh ketentuan Pasal 219 (3) UU No. 17 Tahun 2008
That ship has fully comply with the provision of Article 219 (3), Shipping Act 17, 2008

Dengan ini kapal tersebut di atas disetujui untuk
The above mentioned vessel is hereby granted for

Bertolak dari <i>Departure from</i>	SAMPIT	Pada tanggal/jam <i>on date/time</i>	21-01-2015 15.30 WIB	Pelabuhan tujuan <i>Port of Destination</i>	CEPETAH
Jumlah awak kapal <i>Number of Ship Crews</i>	SAMPIT			Dengan muatan <i>With cargo</i>	NIHIL

Tempat Diterbitkan
Place of Issued : **23 JANUARI 2015**

Pada tanggal
Date : **23-01-2015** **WIB**

Jam
Time : **15.30**



Perhatian :

1. Surat Persetujuan Berlayar ini berlaku paling lama 24 jam sejak diterbitkan dan kapal wajib meninggalkan pelabuhan.
This Port Clearance expired 24 hours due to date of issued and ship should leave of port
2. Apabila dalam 24 jam Pemilik, agen atau Nakhoda Kapal tidak melayarkan kapalnya sejak Surat Persetujuan Berlayar diterbitkan, agar dikembalikan ke Syahbandar untuk penerbitan kembali, apabila perlu mengajukan permohonan Surat Persetujuan Berlayar yang baru.
Within 24 hours after issued the port clearance, the owner, agent or master of any vessel which fails to sail. Port Clearance shall be returned to the Harbour Master for the re-issued, and if so required, obtain a new port clearance.
3. Surat Persetujuan Berlayar ini tidak berlaku apabila terdapat coretan-coretan atau perubahan-perubahan.
This port clearance expired if any corrections or deletions.

Nomor : FT.SB/SPT/I/2015
Lampiran :
Perihal : KEBERANGKATAN KAPAL

KEPADA,
YTH : KEPALA KANTOR
KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS
PELABUHAN SAMPIT
DI -
SAMPIT

LAPORAN KEDATANGAN / KEBERANGKATAN KAPAL

Dasar Keputusan Menteri Perhubungan No. KM. 33 Tahun 2001 Tgl. 4.10.2001

Nama Kapal : Klm. Sempoerna Indah ✓
Bendera : RI
Ukuran : GT. 399
Type : Klm
Status : Milik / Charter / Keagenan
Trayek : Lokal/Tranper
Pemilik / Owner : PT. Semangat Bersatu
Agen Umum : PT. Semangat Bersatu ✓
Sub Agent :
Nama Nakhoda : Amir Hannudin

No	TIBA	BERANGKAT
1.	Dari : Gresik ✓	Tujuan : Gresik ✓
2.	Tanggal : 24 Des 2014	Tanggal : 22 Januari 2015
3.	Bongkar a. Jenis Barang : Pupuk/G.C	Muat a. Jenis Barang : Rihil
4.	b. Jumlah : 950 Ton	b. Jumlah : -
5.	Turun. a. Penumpang : - Orang b. Hewan : - Hewan	Naik. a. Penumpang : - Orang b. Hewan : - Hewan.
	Keterangan	Keterangan

MENGETAHUI :
AN. KEPALA KANTOR
KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS PELABUHAN SAMPIT
USAHA KEPELABUHANAN



Sampit, 22 Januari 2015
Perasa (III/c) Pelautan / Agent,
FAUZI

REPUBLIC OF INDONESIA
STATE OF NATIONALITY

PORT OF
REGISTRY
BANTUWANGI
2010 No.

tan Pelayaran Rakyat
dalam mencari (permasalahan untuk TA) pada armada
kapal pelra.

REPUBLIC INDONESIA

SERTIFIKAT KESELAMATAN
BAGI KAPAL LAYAR MOTOR (KLM) BERUKURAN
TONASE KOTOR SAMPAI DENGAN 500 GT

No. PK.001/2545/XII/KSP.0sk02014

MENTERI PERHUBUNGAN
REPUBLIK INDONESIA

Diberikan kepada :

Nama Kapal	Angka atau Huruf Panggilan	Pelabuhan Pendaftaran	Isi Kotor	Tanggal Pembangunan
SAMPOERNA INDAH	P N V D	BANTUWANGI	399	2607

Bahwa kapal tersebut diatas telah benar-benar diperiksa sesuai dengan ketentuan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 dan SK. DIRJENHUBLA No. PY. 66/1/2-02 tanggal 07 Pebruari 2002 tentang persyaratan keselamatan Kapal Layar Motor (KLM) berukuran tonase kotor sampai dengan 500 GT serta hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa konstruksi, pesawat penggerak dan perlengkapan telah memenuhi persyaratan serta dalam keadaan memuaskan.

I. Hasil pemeriksaan itu menunjukkan bahwa alat-alat penolong tersedia untuk jumlah seluruh pelayar.....**10** orang diatas kapal
Yaitu terdiri dari :

1 (satu) Rakit penolong kembang atau jenis lain yang mampu menampung **12** orang
1 (satu) Sekoci kerja yang mampu menampung **8** orang
2 (dua) Pelampung penolong
12 (dua belas) Baju penolong
..... Alat apung lain.
1 (satu) set Perangkat isyarat tanda bahaya

II. PERANGKAT TELEKOMUNIKASI
1 (satu) SSB Perangkat Telekomunikasi Radio
..... Perangkat EPIRB

V. PERALATAN PENCEGAHAN PENCEMARAN MINYAK DAN KAPASITASNYA
Kapal telah dilengkapi dengan tangki penampung minyak kotor **Tersedia**

✓. Besarnya lambung timbul minimum musim panas ditetapkan **65** cm dengan koreksi air tawar sebesar **7** cm

DKP-II-36



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS PELABUHAN
KELAS II GRESIK

Jl. Yos Sudarso Gresik
Kode Pos : 61114

Telp. : (031)3981902
E-mail :
Website :

TGM. :
Telex :
Fax. : (031)3990588

Nomor : KL.202/ 68 /XI/KSOP.GSK-2014
Klasifikasi : Biasa
Lampiran :
Perihal : Muatan Geladak

Gresik, 16 Februari 2015

Kepada
Yth. Perusahaan Pelayaran RAKYAT
PT. ANUGERAH JAYA INDAH
di-
GRESIK

Berdasarkan permohonan dari Perusahaan Saudara, no. 03/AN/II/GSK-2015, tanggal 16 Februari 2015, perihal Permohonan Surat Persetujuan Berlayar terhadap kapal yang tersebut dibawah ini:

Nama Kapal	: KLM SAMPOERNA INDAH	
Nama Nakhoda	: AMIR HANNUDIN	
Isi Kotor	: GT. 399	
Jenis dan Jumlah Muatan Dasar Paika	: PUPUK/ GC	925 ton.
Jenis dan Jumlah Muatan Geladak	: GC	25 ton.
Posisi Sandar	: Pelabuhan Umum Gresik	
Tujuan	: SAMPIT	

dengan ini diberikan persetujuan untuk menempatkan muatan diatas paika untuk 1 (satu) kali pelayaran dari Pelabuhan GRESIK ke SAMPIT dengan ketentuan sebagai berikut :

- Muatan geladak tidak melebihi 5 % dari muatan dasar kapal dan kondisi GM kapal positif.
- Muatan digeladak kapal tidak menutupi pandangan keliling dan jalan lalu menuju peralatan Keselamatan.
- Tidak boleh memuat barang di atas anjungan.
- Menjaga stabilitas kapal serta melashing muatan sesuai ketentuan yang berlaku.
- Harus selalu diawasi secara terus menerus oleh perwira jaga kapal pada saat pemuatan geladak.
- Melaporkan hasil pelaksanaannya kepada kepala Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Gresik cq. Kasi Keselamatan Berlayar, Penjagaan dan Patroli.
- Memenuhi segala ketentuan yang berlaku dipelabuhan dan segala resiko akibat kegiatan tersebut dan menjadi tanggung-jawab perusahaan Saudara.
- Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Gresik tidak bertanggung-jawab atas kejadian yang disebabkan oleh kelalaian pemuatan geladak.

An. KA. KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS PELABUHAN GRESIK
KASI. KESELAMATAN BERLAYAR, PENJAGAAN DAN PATROLI

J.A. TURMANTO, SE.MM.
Penata (IIIc)
NIP. 19581229 198003 1 002

Tembusan

- Dirjen Hubla di Jakarta
- Perusahaan Pelayaran RAKYAT PT. ANUGERAH JAYA INDAH

Input Data :			
$L_o =$	31.910	m	$L_o/B_o =$ 2.49
$H_o =$	5.5	m	$B_o/T_o =$ 3.32
$B_o =$	12.800	m	$T_o/H_o =$ 0.30
$T_o =$	3.860	m	$V_s =$ 3.580 m/s
$F_n =$	0.198		$\rho =$ 1.025 kg/m ³

Calculation :	Perhitungan Koefisien
1 <u>Froude Number Dasar</u>	
$F_{n_o} = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$ $= \frac{7.610}{\sqrt{9.81 \times 113.23}}$ $= 0.198$	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ($F_n \leq 0.24$) PNA Volume II hal. 90

2 Ratios of Dimensions

$$\begin{aligned} L_o/B_o &= 2.493 \rightarrow 3.5 < L/B < 10 \\ L_o/T_o &= 8.267 \rightarrow 10 < L/T < 30 \\ B_o/T_o &= 3.316 \rightarrow 1.8 < B/T < 5 \\ T_o/H_o &= 0.302 \rightarrow T/H \pm 0.78 \end{aligned}$$

Diterima PNA Vol I Hal 19
Diterima PNA Vol I Hal 19
Diterima PNA Vol I Hal 19
Diterima Practical Ship Design halaman 71

3 Block Coefficient (Watson & Gilfillan) :

$$C_b = -4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39 \quad \text{Jika} \quad 5 \leq Fn \leq 0 \quad \text{Parametric Design Hal. 11-11}$$

$$= 0.769$$

4 Midship Section Coefficient (Series 60)

$$C_m = 0.977 + 0.085(C_b - 0.6)$$

$$= 0.991$$

Parametric Design Hal. 11-12

5 Waterplane Coefficient (series 60)

$$C_{wp} = 0.180 + 0.860 C_p$$

$$= 0.847$$

Parametric Design Hal. 11-16

6 Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)

a. LCB (%) = $8.80 - 38.9 \cdot Fn$

$$= 1.082 \% L_{pp}$$

Parametric Design Hal. 11-19

b. LCB dari M = $(LCB (\%))/100 L_{pp}$

$$= 0.345 \text{ m dari M}$$

c. LCB dari AP = $0.5 \cdot L_{pp} - LCB_M$

$$= 15.610 \text{ m dari AP}$$

d. LCB dari FP = 16.300 m dari FP

$$0.163003285 \quad 16.137$$

$$16.463$$

7 Prismatic Coefficient

$$C_p = C_b/C_m \quad \text{dimana} \quad C_x = C_m$$

$$= 0.776$$

Parametric Design Hal. 11-10
PNA Volume II Hal. 90

8 Lwl

$$L_{wl} = 1.04 L_{pp}$$

$$= 33.186 \text{ m}$$

9 ∇ (m³)

$$\nabla = L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_b$$

$$= 1261.22 \text{ m}^3$$

10 Δ (ton)

$$\Delta = L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot \gamma$$

$$= 1292.75 \text{ ton} \quad 1293.75$$

$$1 \text{ knot} = 1 \text{ nm/hour}$$

$$= 0.5114 \text{ m/s}$$

$$7 \text{ knot} = 3.5798 \text{ m/s}$$

ME & AE			
Daya =	373	kW	
RPM =	1800		
L =	1877	mm	
W =	1003	mm	
H =	1906	mm	
Dry mass =	2.07	ton	
SFRfuel =	1.62145E-04	ton/kWh	Berat Jenis Fuel Oil
=	162.1447721	g/kWh	0.9 ton/m3
SFRlub =	0.9	g/kWh	
=	0.0000009	ton/kWh	
Pemilihan Genset			
Daya =	78	kW	
L =	1020	mm	
W =	601	mm	
H =	1201	mm	
Dry mass =	0.4	ton	

KTA19-M3

Main Propulsion

General Specifications

Configuration	In-line, 6 cylinder, 4-stroke diesel		
Aspiration	Turbocharged/Aftercooled		
Displacement	19 L	1150 in ³	
Bore & Stroke	159 x 159 mm	6.25 x 6.25 in	
Fuel System	Pressure Time (PT)		

Commercial Ratings

kW	BHP	RPM	ISO Fuel Cons		Rating	Emissions
			L/hr	Gal/hr		
373	500	1800	67.2	17.8	CON	IMO1
395	530	1800	70.7	18.7	CON	IMO1
447	600	1800	79.8	21.1	CON	IMO1
477	640	1800	84.1	22.2	HD	IMO1

For more information on average fuel consumption, ratings and emissions, see pages 2-7

Product Dimensions

Length	mm (in)	1877	(74)
Width	mm (in)	1003	(40)
Height	mm (in)	1905	(75)
Weight	kg (lb)	2073	(4570)

Dimensions may vary based on selected engine configuration

6BT5.9-D(M)

Marine Auxiliary

General Specifications

Configuration	In-line, 6 cylinder, 4-stroke diesel		
Aspiration	Turbocharged		
Displacement	5.9 L	359 in ³	
Bore & Stroke	102 x 120 mm	4.02 x 4.75 in	
Fuel System	Inline Injection Pump		

Prime Power Ratings

Output Power			Hz	ISO Fuel Cons		Emissions
kW	BHP	kWe*		L/hr	Gal/hr	
78	104	71	50	10.7	2.8	N/A
91	122	80	50	11.3	3.0	N/A
91	122	83	60	12.7	3.3	N/A
112	150	99	60	14.0	3.7	N/A

* kWe reflects the approximate amount of power available when used in a keel cooled genset configuration

For more information on average fuel consumption, ratings and emissions, see pages 2-7

Product Dimensions

Length	mm (in)	1020	(40)
Width	mm (in)	601	(24)
Height	mm (in)	1201	(47)
Weight	kg (lb)	426	(940)

Dimensions may vary based on selected engine configuration

Berat Mesin Kapal			
Calculation :			
1 <u>Main Engine</u>	$W_E =$	2	ton
2 <u>Aux Engine</u>	$W_{ae} =$	0.4	ton
	• Total Machinery Weight	=	2.649 ton (Berat Shaft + Propeller + Gearbox)
3 <u>Titik Berat Machinery Plant</u>			
• $h_{db} = B/15$	$h_{min} =$	0.6	m
= 0.853	←	0.350	m
• $KG_m = h_{db} + 0.35 \cdot (H - h_{db})$			
= 17.12			
• $L_{CB} =$		1.276	m
• $LCG_{mid} =$		-9.679	m
• LCG dari FP	25.634	m	titik berat mesin

BKI Vol II. Bab 24 -3.3

Parametric Design Hal.11-25

Perhitungan Perlengkapan & Peralatan Kapal			
Calculation :			
Input Data			
$L_{pp} =$	31.91	m	
$B =$	12.80	m	
$H =$	5.50	m	
$C_{ALV} =$	160	kg/m ²	
Grup III (Accommodation)			
1. Poop			
$\ell_{PO} =$	6.38	m	
$b_{PO} =$	12.8	m	
$A_{PO} =$	$\ell_{PO} \cdot b_{PO}$		
=	81.7	m ²	
$W_{PO} =$	$\frac{A_{PO} \cdot C_{ALV}}{1000}$		
=	13.1	ton	
2. Forecastle			
$\ell_{FC} =$	3.19	m	
$B_{FC} =$	12.80	m	
$A_{FC} =$	$\ell_{FC} \cdot b_{FC}$		
=	40.8448	m ²	
$W_{FC} =$	$\frac{A_{FC} \cdot C_{ALV}}{1000}$		
=	6.535	ton	
3. Layer II			
$\ell_{DH2} =$	4.787	m	
$b_{DH2} =$	12	m	
$A_{DH2} =$	$\ell_{DH2} \cdot b_{DH2}$		
=	56.5	m ²	
$W_{DH2} =$	$\frac{A_{DH2} \cdot C_{ALV}}{1000}$		
=	9.04	ton	
4. Wheel House			
$\ell_{WH} =$	3.670	m	
$b_{WH} =$	10.800	m	
$A_{WH} =$	$\ell_{WH} \cdot b_{WH}$		
=	39.632	m ²	
$W_{WH} =$	$\frac{A_{WH} \cdot C_{ALV}}{1000}$		
=	6.341	ton	
W Total	$W_{PO} + W_{DH2} + W_{WH} + W_{FC}$		
=	34.984	ton	
5. Grup IV (Miscellaneous)			
$C =$	0.18	ton/m ²	
	; 0.18 ton/m ² < C < 0.26 ton/m ² untuk ukuran sedang, Ship Design Efficiency and Economy hal 172		
$W_{IV} =$	$\sqrt[3]{(L_{pp} \cdot B \cdot H)^2 \cdot C}$		
=	30.875	ton	
Berat Total Peralatan dan Perlengkapan			
$W_{E\&O} =$	$W_{Total} + W_{IV}$		
=	65.858	ton	
Perhitungan LCG untuk Equipment and Outfitting :			
$KG_{E\&O}$	Ship Design for Efficiency and Economy page 173		
$D_A =$	6.421	m	
Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi dengan Superstructure dan Deck House			
$KG_{E\&O} =$	$(1.02 \sim 1.08) \cdot D_A$		
=	6.934	m	
LCG ₁ (25% W _{E&O} at LCG _M)			
1. Kamar Mesin			
$W_{E\&O\ KM} =$	25% · W _{E&O}		
=	16.465	ton	
$LCG_{M\ M} =$	Titik Berat Permesinan terhadap Midship		
=	0.3	m	
2. Layer II			
$\ell_{DH2} =$	4.787	m	
$W_{DH2} =$	9.04	ton	
$LCG_{DH2} =$	$-0.5 \cdot L_{pp} + (L_{KM} + L_{CB}) - 0.5 \cdot \ell_{DH2}$		
=	-13.39485	m di belakang M	
3. Wheel House			
$\ell_{WH} =$	3.670	m	
$W_{WH} =$	6.341	ton	
$LCG_{WH} =$	$-0.5 \cdot L_{pp} + (L_{KM} + L_{CB}) - 0.5 \cdot \ell_{DH3}$		
=	-13.39485	m di belakang M	
LCG ₂ (37,5% W _{E&O} at LCG _{DH})			
$W_{E\&O\ DH} =$	37.5% · W _{E&O}		
=	24.69692459		
$LCG_{DH} =$	$\frac{W_{DH2} \cdot LCG_{DH2} + W_{AN} \cdot LCG_{AN}}{W_{DH2} + W_{DH5}}$		
=	-13.39485		
LCG ₃ (37,5% W _{E&O} at midship)			
$W_{E\&O\ Other} =$	37.5% · W _{E&O}		
=	24.69692459		
$LCG_{Other} =$	0	m di belakang M	
$LCG_{E\&O} =$	$\frac{25\% \cdot W_{E\&O} \cdot LCG_M + 37.5\% \cdot W_{E\&O} \cdot LCG_{DH} + 37.5\% \cdot W_{E\&O} \cdot LCG_{Other}}{W_{E\&O}}$		
=	-13.097	m di belakang M	13.097
=	2.858	m dari AP	
=	29.05	m dari FP	

PERHITUNGAN CONSUMABLE & CREW

Perhitungan DWT :

1. Jumlah & Berat Crew

C_{st}	=	1.2	; Coef. Steward (1.2 ~ 1.33)
C_{dk}	=	5.5	; Coef. Deck (11.5 ~ 14.5)
C_{eng}	=	4	; Coef. Engine (8.5 ~ 11 untuk diesel)
cadet	=	2	; Umumnya 2 orang
Jumlah Crew	=	10.0 orang	

Input :

L	=	31.91 m
B	=	12.80 m
H	=	5.50 m
T	=	3.86 m
V_s	=	7.00 Knot
	=	3.58 m/s
S	=	300.00 Nm
BHP	=	373.00 kW

Modul TMK bab Consumable and Crew

$C_{d&e}$	=	0.068 ton/orang; Asumsi rata-rata berat manusia
$W_{d&e}$	=	Berat Crew Total
	=	$Z_c \cdot C_{d&e}$
	=	0.68 ton

Parametric design chapter 11, hal. 11-25

2. Fuel Oil

SFR	=	0.0001621 ton/kW hr
MCR	=	373 kW
Margin	=	5% ; (5% ~ 10%)
$W_{LO'}$	=	$SFR \cdot MCR / S / V_s \cdot (1 + \text{Margin})$
	=	2.722 ton

Parametric design chapter 11, hal. 11-24

W_{FO}	=	$(W_{LO'} + 8\% \cdot W_{FO'}) / \pi$
	=	3.094 ton
	=	3867.5 liter

3. Diesel Oil

SFR	=	0.000162 ton/kW hr
MCR	=	78.00 kW
Margin	=	5% ; (5% ~ 10%)
$W_{LO'}$	=	$SFR \cdot MCR / S / V_s \cdot (1 + \text{Margin})$
	=	0.569 ton
W_{DO}	=	$(W_{DO'} + 5\% \cdot W_{DO'}) / \pi$
	=	1.4061 ton dan $\pi = 0.85$

4. Lubricating Oil

SFR	=	0.000001 ton/kW hr
	=	; dari data mesin (diambil yang terbesar)
MCR	=	78.00 kW
Margin	=	7% ; (5% ~ 10%)
$W_{LO'}$	=	$SFR \cdot MCR / S / V_s \cdot (1 + \text{Margin})$
	=	0.0032192 ton

$W_{LO'}$	=	$(W_{LO'} + 8\% \cdot W_{LO'}) / \pi$
	=	0.0038630 ton

; Diktat IGM Santosa Penambahan 4% untuk konstruksi dan 4% untuk ekspansi panas dan masa jenis LO = 0.9 ton / m³

Perhitungan Tambahan Lubricating Oil System ($W_{LO''}$)

Lama Berli	=	42.86 jam 1.79 hari
SFR_{L}	=	0.000001 ton/jam
$W_{LO''}$	=	0.000039 ton ; $SFR_{\text{L}} \cdot \text{Lama Berlayar}$
W_{LO}	=	$W_{LO'} + W_{LO''}$
	=	0.003902 ton

; Ada penambahan dari Lubricating Oil system

5. Fresh Water

C_{w1}	=	2 kg/orang/hari
	=	Koef. untuk cuci, mandi, dan minum kru
	=	0.00008 ton/orang jam
C_{w2}	=	0.005 ton/HP
	=	Koef. air tawar untuk pendingin mesin
W_{FW1}	=	Berat air tawar untuk mandi, cuci, minum
	=	$C_{w1} \cdot \frac{S}{V_s} \cdot Z_c$
	=	0.035714 ton
W_{FW2}	=	Berat air tawar untuk pendingin mesin
	=	$C_{w2} \cdot \text{BHP}$
	=	1.865 ton
W_{FW}	=	$(W_{FW1} + W_{FW2}) \cdot 3.5$
	=	6.65 ton
W_{FW}	=	$W_{FW \text{ total}} + 2\% \cdot W_{FW \text{ total}}$; terdapat penambahan koreksi 2%
	=	6.79 ton
	=	6785.55 liter

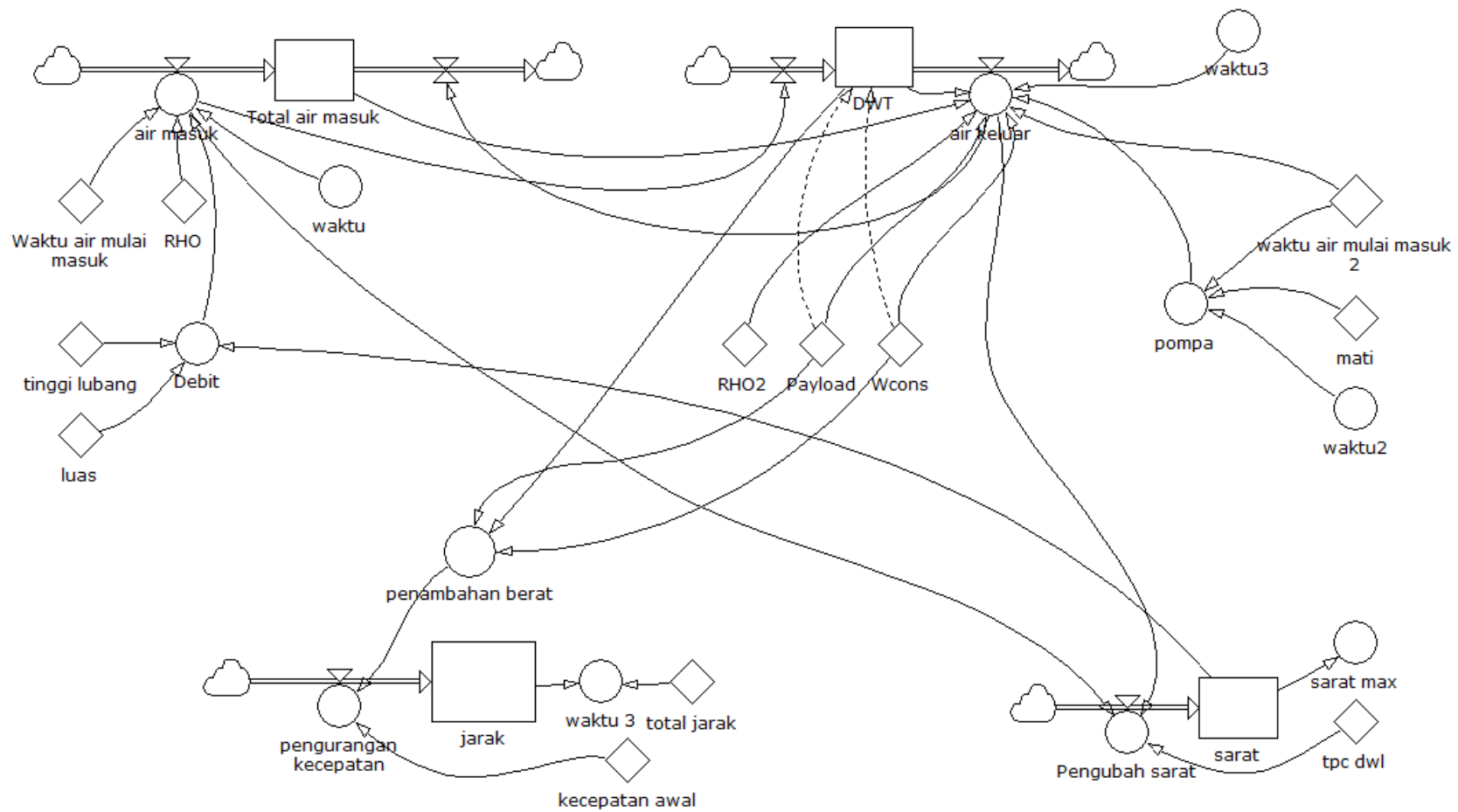
6. Provision & Store

C_{pr}	=	5 kg/orang !; Koef. Provision & Store
	=	0.000208 ton/ orang jam
W_{PR}	=	$CP \cdot S / V_s \cdot Z_c$; Berat Provision & Store
	=	0.089 ton

Modul TMK bab Consumable and Crew

Total Berat Consumable and Crew (W_{cons})

	=	$W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{DO} + W_{FO}$
	=	11.38 ton



BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Rizki Eka Nafiandia. Anak pertama dari pasangan Hanafi dan Dyah Safitri. Lahir pada tanggal 4 November 1994 dan dibesarkan di Surabaya, Jawa Timur. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari TK Pertiwi Surabaya (1999-2000), SDN Kertajaya 13 (2001-2007), SMP Muhammadiyah 5 Surabaya (2007-2010), SMA Muhammadiyah 2 Surabaya (2010-2013), pada tahun 2013, penulis diterima di Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur Mandiri. Penulis pernah aktif pada organisasi dan kegiatan yang ada di kampus, antara lain sebagai Ketua pelaksana Seatrans Super Sailing 2014, panitia Gerigi ITS 2014, Panitia Senta 2015, dan juga kegiatan yang dinaungi himpunan mahasiswa transportasi laut di ITS seperti pelatihan LKMM Pra TD, Pelatihan Jurnalistik TD, dan Pelatihan Jurnalistik TL. Selain itu penulis juga merupakan seseorang yang menyukai desain dan dikenal sebagai sosok yang mudah bergaul.