PPNS POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (DC43340)

Redesain Tata Letak dan Rencana Keselamatan Kamar Mesin Kapal *Tanker* Berdasarkan Standar *Class* serta Perhitungan Waktu Evakuasi

AFIFAH NURHALIFAH YUNITARAHMAWATI

NRP. 0122040003

DOSEN PEMBIMBING:

M. FAIZUR RIJAL AZHAD, S.T., M.T.

NUR AINI AMALIA DINDA AGUSTINA, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI KAPAL

JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL

POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

SURABAYA

2026

TUGAS AKHIR (DC43340)

Redesain Tata Letak dan Rencana Keselamatan Kamar Mesin Kapal *Tanker* Berdasarkan Standar *Class* serta Perhitungan Waktu Evakuasi

AFIFAH NURHALIFAH YUNITARAHMAWATI

NRP. 0122040003

DOSEN PEMBIMBING:

M. FAIZUR RIJAL AZHAD, S.T., M.T.

NUR AINI AMALIA DINDA AGUSTINA, S.T., M.T

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI KAPAL

JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL

POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

SURABAYA

2026

(Hal ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

REDESAIN TATA LETAK DAN RENCANA KESELAMATAN KAMAR MESIN KAPAL *TANKER* BERDASARKAN STANDAR *CLASS* SERTA PERHITUNGAN WAKTU EVAKUASI

Disusun Oleh:
Afifah Nurhalifah Yunitarahmawati
0122040003

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi D4 Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal
Jurusan Teknik Bangunan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 10 Juli 2026
Periode Wisuda : Oktober 2026

Menyetujui,

Dosen Penguji	NUPTK	Tanda Tangan
1. Muhammad Al Hazman, S.T., M.T.	(3141773674130283)	(.....)
2. M. Faizur Rijal Azhad, S.T., M.T.	(4854775676130212)	(.....)
3. Syafril Mayu Dinata, S.Pi., M.Si.	(3837777678130202)	(.....)
4. Santi Febrianti, S.Pi., M.Si.	(6538777678230112)	(.....)

Dosen Pembimbing	NUPTK	Tanda Tangan
1. M. Faizur Rijal Azhad, S.T., M.T.	(4854775676130212)	(.....)
2. Nur Aini Amalia Dinda A., S.T., M.T.	(6937776677230202)	(.....)

Menyetujui
Ketua Jurusan,

Ir. Pujambodo Nur Ardi N., S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198103242014041001

Mengetahui
Koordinator Program Studi,

Ir. Agung Prasetyo Utomo, S.Pd., M.T.
NIP. 19881014201903006

Dipindai dengan CamScanner

(Hal ini sengaja dikosongkan)

PPNS	**PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT**	No. : F.WD I. 021 Date : 3 Nopember 2015 Rev. : 01 Page : 1 dari 1

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Afifah Nurhalifah Yunitarahmawati

NRP. : 0122040003

Jurusan/Prodi : Teknik Bangunan Kapal / D4-Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

REDESAIN TATA LETAK DAN RENCANA KESELAMATAN KAMAR MESIN KAPAL *TANKER* BERDASARKAN STANDAR *CLASS* SERTA PERHITUNGAN WAKTU EVAKUASI

Adalah **benar karya saya sendiri** dan **bukan plagiat dari karya orang lain.**

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima **sanksi** sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, 8 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,

(Afifah Nurhalifah Yunitarahmawati)

NRP. 0122040003

Dipindai dengan CamScanner

(Hal ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulispanjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Redesain Tata Letak dan Rencana Keselamatan Kamar Mesin Kapal *Tanker* Berdasarkan Standar *Class* serta Perhitungan Waktu Tempuh Evakuasi".

Proses penyusunan laporan ini tentunya melalui perjalanan yang tidak mudah, penuh tantangan dan pembelajaran, baik secara teknis maupun non-teknis. Namun, berkat pertolongan Allah SWT serta dukungan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikannya dengan baik.

Dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan bantuan selama penyusunan Tugas Akhir ini.

1. Teruntuk abahku tersayang, *Allahu yarham*, nahkoda yang telah lebih dahulu menepi ke keabadian sebelum sempat melihat kapal ini bersandar di pelabuhan. Kehilanganmu adalah ruang kosong yang tak pernah sepenuhnya terisi, tetapi justru ruang itulah aku belajar teguh dan mengerti. Aba, betapa jahatnya engkau memberiarkan kursimu kosong saat putri kecilmu akan diwisuda, menyandang gelar sarjananya. Hari ini, selain rindu dan doa, kuhaturkan gelar S.Tr.T ini untukmu, sebagai bagian dari janji kecil yang dulu ingin kubuktikan: "*bahwa aku akan tumbuh menjadi seseorang yang tidak mudah menyerah*". Terimakasih telah menjadi pondasi pertama dalam hidupku, mengajarkanku tentang tanggung jawab, tentang harga diri, tentang keberanian berdiri diatas kakiku sendiri. Jika suatu hari nanti aku terlihat tegar, itu karena aku membawa sebagian jiwamu bersamaku. Semoga disetiap doa yang kupanjatkan sampai padamu sebagai peluk yang tak sempat kuberikan. Dan semoga Tuhan menetapkanmu di tempat terbaik, sebagaimana engkau pernah menjadi tempat terbaik bagiku.

2. Umi tercinta, umi merupakan sosok yang paling hebat kiranya sebanyak apapun kalimat yang tertulis tidak akan bisa mengutarakan semua amal kebaikan umi. Anakmu hanya bisa mengatakan maaf dan terimakasih. Maaf atas setiap tindakan yang mengecewakan. Maaf atas setiap hal hal yang belum ku usahakan. Maaf karna masih belum menjadi seperti yang umi inginkan. Terimakasih atas kasih dan sayang yang tak pernah usai, terimakasih telah menjadi teman hidup, tempat bercerita dan rumah paling nyaman ketika dunia ku tidak baik baik saja. Terimakasih sudah mau berkorban dan berjuang untuk anak kecilmu ini, yang selalu mengalah dan memaafkan anak bungsumu ini. Mungkin, anakmu tergolong satu di antara milyaran manusia yang beruntung di lahirkan dari rahim wanita sehebat umi. Sekali lagi terimakasih tak terhingga untuk umi kuat dan hebat.
3. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, S.T. M.T. selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Ir. Priyambodo Nur Ardi N., S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Bangunan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
5. Bapak Ir. Agung Prasetyo Utomo, S.Pd., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
6. Bapak Izzul Fikry, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal.
7. Bapak M. Faizur Rijal Azhad, S.T., M.T. dan Ibu Nur Aini Amalia Dinda Agustina, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah membimbing, mendampingi, dan memberikan arahan berharga penulis selama proses penyusunan hingga pelaksanaan sidang Tugas Akhir. Terimakasih atas ilmu, masukan, dan kepercayaan yang telah Bapak dan Ibu berikan kepada penulis. Segala dukungan tersebut menjadi dorongan penting hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Semoga segala kebaikan dan ketulusan Bapak Ibu dibalas dengan kebahagiaan, kesehatan, serta umur panjang bagi Bapak dan Ibu beserta keluarga.

8. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal yang telah memberikan ilmu, bimbingan selama perkuliahan.
9. Secara khusus, rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan untuk ketiga kakak penulis: Mbak Anik Susmiati, Mas Rohman Imanudin Hidayat dan Mas Aqil Wahyu Rafianto. Penulis sangat menyadari bahwa kelancaran dalam menyelesaikan studi ini tidak lepas dari dukungan luar biasa yang kalian berikan, baik berupa suntikan motivasi maupun bantuan biaya pendidikan dari awal hingga akhir. Terima kasih telah bersedia menjadi sandaran yang kuat dan selalu memastikan penulis bisa fokus belajar tanpa harus mengkhawatirkan hal-hal lain. Meskipun rasa sayang dan terima kasih ini mungkin jarang terucap secara terang-terangan karena satu dan lain hal, penulis menaruh rasa cinta yang amat besar kepada kalian bertiga. Semoga kelak penulis dapat terus menjadi kebanggaan dan mampu membalas segala kebaikan yang telah Mbak dan Mas berikan.
10. Seluruh teman seperjuangan semasa sekolah TK, SD, SMP dan SMA dengan grup Bernama "ADMIN YPKK" yang telah menjadi tempat berbagi cerita, canda, dan semangat selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
11. Seluruh teman HIMADEC terutama Departemen Minat dan Bakat Kabinet Gelora Nyata dan BPH BPI Kabinet Akusara atas semangat, tawa, dan kebersamaan yang turut memberikan warna selama masa perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini.
12. Seluruh teman seperjuangan khususnya Satya, Arya, Nesia dan Aldi. Terima kasih atas kebersamaan, kesabaran, dan dukungan moral yang tiada henti selama ini. Terima kasih telah setia menemani penulis berproses, melampaui waktu-waktu melelahkan dari sore hingga pagi hari demi menuntaskan tugas akhir ini tepat waktu. Saling menyemangati dan berjuang bersama kalian adalah salah satu momen terbaik dalam masa perkuliahan penulis. Terima kasih sudah selalu siap ada di kala suka maupun duka.

13. Seluruh teman dari Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal khususnya kelas D4DCA Angkatan 2022 yang telah menemani penulis selama 4 tahun masa perkuliahan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada pihak-pihak yang telah memberi bantuan dan dukungan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan dalam penulisan Tugas akhir ini. Kritik dan saran sangat diperluhkan untuk mengembangkan penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga dengan adanya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, baik untuk proyek perbaikan kapal selanjutnya maupun sebagai referensi penyusunan penelitian selanjutnya.

Redesain Tata Letak dan Rencana Keselamatan Kamar Mesin Kapal *Tanker* Berdasarkan Standar *Class* serta Perhitungan Waktu Evakuasi

Afifah Nurhalifah Yunitarahmawati

ABSTRAK

Kamar mesin kapal *tanker* merupakan area berisiko tinggi yang memerlukan tata letak dan *Safety Plan* berstandar maritim. Penelitian ini mengevaluasi dan meredesain tata letak kamar mesin kapal *tanker* 6200 DWT berdasarkan SOLAS, FSS *Code*, LSA *Code*, dan *Rules* Lloyd's Register, serta membandingkan waktu evakuasi menggunakan IMO MSC.1/*Circ*.1533. Mengingat kapal tidak mengalami *major conversion* (perombakan besar), *Safety and Fire Control Plan* eksisting yang disetujui kelas secara umum dipertahankan. Namun, hasil evaluasi menunjukkan adanya ketidaksesuaian pada jalur evakuasi, seperti jarak bebas antara tangga dan *main engine* yang hanya 19 mm, dimensi *escape hatch* 806 × 686 mm, dan lebar jalur yang belum memadai. Oleh karena itu, redesain difokuskan pada penyesuaian dimensi tangga dan rute evakuasi tanpa mengubah *Safety Plan* secara keseluruhan. Redesain mencakup pelebaran jalur evakuasi minimum 700 mm, perbesaran *escape hatch* minimum 800×800 mm, serta relokasi tangga untuk mencapai *clearance* kerja 1600 mm. Perhitungan menunjukkan waktu tempuh evakuasi sedikit meningkat akibat penyesuaian lintasan untuk menghindari area berisiko tinggi. Meskipun demikian, waktu tersebut tetap memenuhi kriteria IMO MSC.1/*Circ*.1533, sehingga redesain diusulkan efektif memperlancar dan meningkatkan keselamatan proses evakuasi kru.

Kata kunci: Kapal mesin, kapal *tanker* keselamatan, tata letak, waktu tempuh evakuasi.

(Hal ini sengaja dikosongkan)

Redesigning of the Engine Room Layout and Safety Plan for Tanker Ships Based on Class Standards and Evacuation Time Calculations

Afifah Nurhalifah Yunitarahmawati

ABSTRACT

The engine room of a tanker ship is a high-risk area that requires a layout and Safety Plan complying with maritime safety standards. This study evaluates and redesigns the engine room layout of a 6200 DWT tanker in accordance with SOLAS, the FSS Code, the LSA Code, and the Lloyd's Register Rules, while comparing evacuation times in accordance with IMO MSC.1/Circ.1533. Since the vessel did not undergo a major conversion, the existing class-approved Safety and Fire Control Plan was generally retained. However, evaluation results revealed non-conformities in the evacuation routes, such as a clearance between the ladder and main engine of only 19 mm, escape hatch dimensions of 806×686 mm, and insufficient escape route widths. Therefore, the redesign focuses on adjusting the ladder dimensions and escape routes without altering the overall Safety Plan. The modifications include widening the primary escape route to a minimum of 700 mm, enlarging the escape hatch to at least 800×800 mm, and relocating the ladder to achieve a working clearance of 1600 mm. Calculations show that the evacuation travel time increased slightly due to path adjustments to avoid high-risk areas. Nevertheless, all results still meet the IMO MSC.1/Circ.1533 criteria, indicating that the proposed redesign effectively streamlines and enhances the safety of the crew evacuation process.

Keywords: *Engine room, tanker, safety, layout, , evacuation time.*

(Hal ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL……..……i
LEMBAR PENGESAHAN i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT iii
KATA PENGANTAR..... v
ABSTRAK ix
***ABSTRACT* ..... xi**
DAFTAR ISI..... xiii
DAFTAR GAMBAR..... xvii
DAFTAR TABEL xix
BAB I PENDAHULUAN..... 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian..... 3
1.4 Manfaat Penelitian..... 4
1.5 Batasan Masalah..... 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 7
2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya 7
2.2 Kapal *Tanker*..... 10
2.3 Kamar Mesin 11
2.4 Keselamatan 12
2.5 Waktu Tempuh Evakuasi 13
2.6 Aksesibilitas Kerja 16
2.7 Efektivitas Jalur Evakuasi 17
2.8 Keterjangkauan Peralatan Keselamatan 17
2.9 Rencana Keselamatan Kapal *(Safety Plan)* 18
2.10 Lloyd's Register *(*LR*)*..... 25
2.11 *Standar* SOLAS*, IMO,* FSS *Code* dan LSA *Code* 26
*2.11.1 Safety Of Life At Sea (*SOLAS*)* 26
2.11.2 International Maritime Organization (IMO) 28

*2.11.3 Fire Safety System (*FSS*) Code* 31
*2.11.4 Life Saving Appliances (*LSA*) Code* 32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 35
3.1 Diagram Alir Penelitian 35
3.2 Langkah Penelitian 37
3.2.1 Identifikasi Masalah dan Perumusan Tujuan Penelitian 37
3.2.2 Studi Literatur 37
3.2.3 Pengumpulan Data 37
3.2.4 Permodelan 40
3.2.5 Analisis Tata Letak Eksisting 40
3.2.6 Redesain *General Arrangement* dan Rencana Keselamatan 41
3.2.7 Evaluasi Kesesuaian Redesain terhadap Regulasi 41
3.2.8 Analisis Redesain 41
3.2.9 Perbandingan Waktu Tempuh Evakuasi 41
3.2.10 Hasil dan Kesimpulan 42
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN 43
4.1 Data Utama Kapal dan Kondisi Eksisting Kamar Mesin 43
4.2 *General Arrangement* Kamar Mesin 44
4.3 Alat Keselamatan Kamar Mesin 45
4.4 Tinjauan Regulasi Internasional 48
4.5 Analisis Kondisi dan Permasalahan 48
4.5.1 Analisis Faktor Aksesibilitas Kerja 48
4.5.2 Analisis Faktor Rencana Keselamatan 55
4.6 Solusi Redesain 58
4.6.1 Redesain Arrangement Kamar Mesin 58
4.6.2 Redesain Rencana Keselamatan Kamar Mesin 63
4.7 Analisis Waktu Tempuh Evakuasi 65
4.7.1 Perhitungan Waktu Tempuh Evakuasi Eksisting 65
4.7.2 Perhitungan Waktu Tempuh Evakuasi Redesain 69
4.8 Perbandingan dan Evaluasi Hasil 73
4.8.1 Analisis Kesesuaian Dimensi Jalur Evakuasi 74

4.8.2 Analisis Perubahan Waktu Tempuh Evakuasi 75
4.8.3 Kesimpulan Evakuasi 76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 79
5.1 Kesimpulan 79
5.2 Saran 80
DAFTAR PUSTAKA 81
LAMPIRAN I 83
LAMPIRAN II 115
LAMPIRAN III 149
LAMPIRAN IV 155
LAMPIRAN V 159
BIODATA PENULIS 161

(Hal ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Macam – Macam *Tanker* berdasarkan (a) Muatan dan (b) Ukuran . 11
Gambar 2. 2 Standar Performa 14
Gambar 2. 3 (a) CO^2/*Inert Gas* (b) *Water Mist* 20
Gambar 2. 4 (a) *Fire Pump* dan (b) *Fire Hydrant and Hose* 21
Gambar 2. 5 *Portable Fire Extinguisher* 21
Gambar 2. 6 *Smoke* dan *Heat Detector* 22
Gambar 2. 7 *Fire Alarm* dan *General Alarm System* 23
Gambar 2. 8 *Personal Protective Equipment* (PPE) 23
Gambar 2. 9 *Self Contained Breathing Apparatus* (SCBA) 24
Gambar 2. 10 *Emergency Stop Ventilation* 24
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian 35
Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alur Penelitian 36
Gambar 3. 3 *General Arrangement* 38
Gambar 3. 4 *Arrangement Engine Room* 38
Gambar 3. 5 *Safety and Fire Control Plan* 39
Gambar 3. 6 *Escape Route* 40
Gambar 4. 1 Safety and Fire Control Plan (Machinery Flat) 48
Gambar 4. 2 *Machinery Flat* (Eksisting) 50
Gambar 4. 3 *Transversal Section Frame* 14 (Eksisting) 50
Gambar 4. 4 *Transversal Section Frame* 20-22 (Eksisting) 52
Gambar 4. 5 *Machinery Flat* (Eksisting) 52
Gambar 4. 6 *Longitudinal Section On C.L PS* (Eksisting) 53
Gambar 4. 7 *Machinery Flat* (Eksisting) 54
Gambar 4. 8 *Transversal Section Frame* 28-30 (Eksisting) 55
Gambar 4. 9 *Transversal Section Frame* 20-22 (Eksisting) 57
Gambar 4. 10 *Longitudinal Section ON C.L* (PS) (Eksisting) 57
Gambar 4. 11 *Transversal Section Frame* 20-22 (Redesain) 59
Gambar 4. 12 *Transversal Section Frame* 26 (Redesain) 60

Gambar 4. 13 *Floor Plan* (Redesain) 60
Gambar 4. 14 *Machinery Flat* (Redesain) 61
Gambar 4. 15 *Longitudinal Section On CL PS* (Redesain) 61
Gambar 4. 16 *Machinery Flat* (Redesain) 62
Gambar 4. 17 *Transversal Section Frame* 28-30 (Redesain) 63
Gambar 4. 18 Analisis Perbandingan Waktu Evakuasi Total (T) Per *Deck*..... 74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya 7
Tabel 2. 2 *Llyod's Regulations* 25
Tabel 2. 3 *Safety Of Life At Sea* (SOLAS) 1974 27
Tabel 2. 4 MSC.1/*Circular*.1533 30
Tabel 2. 5 *Fire Safety Systems* (FSS) 31
Tabel 2. 6 *Life Saving Appliances* (LSA) 33
Tabel 4. 1 Data Utama Kapal *Tanker* 43
Tabel 4. 2 Rekapitulasi WTE Rute 1 Kamar Mesin – Eksisting 65
Tabel 4. 3 Rekapitulasi WTE Rute 2 Kamar Mesin – Eksisting 67
Tabel 4. 4 Rekapitulasi WTE Rute 3 Kamar Mesin – Eksisting 68
Tabel 4. 5 Rekapitulasi WTE Rute 1 Kamar Mesin – Redesain 70
Tabel 4. 6 Rekapitulasi WTE Rute 2 Kamar Mesin – Redesain 71
Tabel 4. 7 Rekapitulasi WTE Rute 3 Kamar Mesin – Redesain 72
Tabel 4. 8 Perbandingan Hasil Perhitungan Kondisi Eksisting dan Redesain 77

(Hal ini sengaja dikosongkan)

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pelayaran untuk kapal *tanker* memiliki peran strategis dalam mendukung distribusi energi global, khususnya dalam pengangkutan minyak mentah dan produk turunannya. Di balik peran vital tersebut, kapal *tanker* juga dikenal sebagai salah satu jenis kapal dengan tingkat risiko keselamatan yang tinggi. Risiko tersebut berasal dari kombinasi karakteristik muatan yang mudah terbakar, sistem mesin dengan temperatur dan tekanan tinggi, serta kompleksitas operasional yang berpusat pada kamar mesin kapal. Kamar mesin berfungsi sebagai jantung operasional kapal *tanker*, tempat terintegrasinya mesin induk, mesin bantu, sistem perpipaan, sistem kelistrikan, dan berbagai peralatan keselamatan. Kompleksitas ini menuntut perancangan tata letak yang tidak hanya memenuhi kebutuhan teknis, tetapi juga menjamin keselamatan awak kapal, terutama dalam kondisi darurat.

Standar *class* internasional seperti *International Convention for the Safety of Life at Sea (*SOLAS*), Fire Safety Systems (*FSS*) Code,* serta *Life-Saving Appliances (*LSA*) Code* dan *International Maritime Organization Regulations* lainnya telah memberikan pedoman teknis mengenai desain, penempatan peralatan, serta jalur evakuasi di kapal. Menurut Lloyd's Register *(2022)*, organisasi klasifikasi ini juga menetapkan persyaratan untuk keselamatan ruang mesin dan akses untuk evakuasi awak kapal. Meskipun demikian, implementasinya tidak selalu optimal. Masih ditemukan ruang mesin dengan jalur sempit dan berkelok, peralatan besar yang menghalangi lintasan, tangga curam, pintu darurat yang tidak berada di posisi strategis, hingga distribusi peralatan keselamatan yang sulit dijangkau pada kondisi kritis.

Studi menunjukkan bahwa konfigurasi peralatan, hambatan fisik, dan jarak tempuh yang panjang dapat memperlambat proses evakuasi dalam situasi darurat (Cacciari, 2022). Hambatan-hambatan tersebut dapat memperlambat proses keluar-masuk awak, meningkatkan risiko kecelakaan, dan memperbesar

nilai waktu evakuasi melebihi batas yang dipersyaratkan. Dalam kasus kebakaran atau ledakan di ruang mesin, waktu evakuasi yang tidak efisien meningkatkan risiko cedera, termasuk korban jiwa.

Efisiensi waktu tempuh evakuasi merupakan salah satu indikator utama dalam sistem keselamatan kapal modern. IMO melalui SOLAS dan regulasi pendukungnya mengatur bahwa jalur evakuasi harus mudah diakses, bebas hambatan, serta memungkinkan pergerakan awak kapal secara cepat dan aman. Desain ruang mesin yang kompleks dan padat peralatan sering kali menjadi faktor utama terjadinya keterlambatan evakuasi. Selain itu, kecepatan gerak manusia dalam kondisi darurat juga dipengaruhi oleh tata letak ruang, visibilitas, dan tingkat kepadatan jalur evakuasi.

Melihat berbagai permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan analisis redesain tata letak kamar mesin kapal *tanker* dan rencana keselamatan yang secara eksplisit mengaitkan persyaratan standar *class (*SOLAS, IMO *Regulations,* FSS *Code,* LSA *Code,* dan ketentuan klasifikasi seperti Lloyd's Register*)* dengan kinerja waktu tempuh evakuasi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kondisi eksisting tata letak kamar mesin dan rencana keselamatan kapal *tanker* berdasarkan standar Lloyd's Register dan regulasi keselamatan IMO, melakukan redesain tata letak dan rencana keselamatan yang sesuai dengan Lloyd's Register, SOLAS, FSS *Code,* dan LSA *Code*, serta mengevaluasi dan membandingkan waktu tempuh evakuasi sebelum dan sesudah redesain berdasarkan MSC.1/*Circular*.1533. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bersifat evaluatif terhadap kondisi eksisting, tetapi juga menawarkan alternatif perbaikan melalui usulan redesain. Upaya ini sejalan dengan perkembangan regulasi keselamatan maritim global yang semakin menekankan aspek keselamatan manusia (*human safety*) dalam desain kapal, yang tercermin dalam pembaruan standar *class* serta regulasi keselamatan internasional terbaru guna meningkatkan perlindungan awak kapal dan efektivitas penanganan kondisi darurat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yaitu:

1. Apakah tata letak kamar mesin dan *safety plan* eksisting pada kapal *tanker* sesuai dengan *class* dan regulasi keselamatan yang berlaku?
2. Bagaimana waktu tempuh evakuasi untuk tata eksisting saat ini terkait dengan efektivitas menurut MSC.1/*Circular*.1533?
3. Bagaimana redesain tata letak kamar mesin dan *safety plan* sesuai dengan standar *class* dan regulasi keselamatan yang berlaku?
4. Bagaimana waktu tempuh evakuasi dari hasil redesain kamar mesin yang baru berdasarkan MSC.1/*Circular*.1533?
5. Bagaimana perbandingan waktu tempuh evakuasi sebelum dan sesudah redesain?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menganalisis kesesuaian tata letak kamar mesin dan *safety plan* eksisting pada kapal *tanker* dengan *class* dan regulasi keselamatan yang berlaku.
2. Menganalisis waktu tempuh evakuasi berdasarkan desain eksisting dan efektivitasnya sesuai dengan MSC.1/*Circular*.1533.
3. Merancang redesain tata letak kamar mesin dan *safety plan* yang sesuai dengan standar *class* dan regulasi keselamatan kapal, guna meningkatkan keselamatan.
4. Menghitung waktu tempuh evakuasi berdasarkan desain kamar mesin yang baru setelah redesain, dan menilai kesesuaiannya dengan MSC.1/*Circular*.1533.
5. Membandingkan waktu tempuh evakuasi antara desain eksisting dan desain yang telah di redesain untuk melihat perubahan efektivitas evakuasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diberikan dari penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Bagi Mahasiswa

   Penelitian ini menjadi sarana penerapan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan pada Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal. Penelitian ini juga memperluas wawasan mengenai standar *class* kapal *tanker* dan pentingnya perencanaan tata letak kamar mesin dalam konteks keselamatan dan efisiensi operasional kapal. Mahasiswa juga dapat mengembangkan keterampilan analitis dan teknis dalam merancang redesain tata letak berdasarkan analisis teknis dan regulasi yang berlaku.

2. Bagi Perusahaan Tempat Penulis OJT

   Penelitian ini memberikan alternatif rancangan tata letak kamar mesin kapal *tanker* yang berpotensi meningkatkan efisiensi kerja awak kapal, mengurangi hambatan keselamatan, dan mempercepat proses evakuasi darurat. Rekomendasi yang dihasilkan dapat menjadi pertimbangan dalam pengembangan desain kapal yang lebih aman dan sesuai dengan standar internasional.

3. Bagi Pemerintahan atau Pihak Lain

   Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pengetahuan teknis mengenai perancangan tata letak kamar mesin berbasis keselamatan, dan waktu tempuh evakuasi. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam evaluasi maupun penyusunan pedoman keselamatan operasional kapal.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Penelitian ini mencakup analisis tata letak kamar mesin kapal *tanker* dan tidak membahas ruang teknis lainnya di dalam kapal.
2. Analisis dilakukan hanya berdasarkan standar *class* yang berlaku secara internasional dan aturan evakuasi kapal yang relevan dengan

keselamatan laut, tanpa memperhitungkan faktor luar seperti cuaca ekstrem atau situasi darurat non-teknis.

3. Waktu tempuh evakuasi yang dianalisis hanya mencakup waktu yang dibutuhkan dari ruang mesin hingga titik evakuasi terdekat, berdasarkan standar keselamatan kapal.
4. Analisis keselamatan dibatasi pada kajian jalur evakuasi, penempatan peralatan keselamatan, dan hambatan fisik yang terdapat di dalam kamar mesin.
5. Perhitungan waktu tempuh evakuasi dilakukan berdasarkan jarak tempuh aktual, kecepatan gerak manusia, dan faktor hambatan dari tata letak dengan menggunakan acuan MSC.1/*Circular*.1533.
6. Standar yang digunakan sebagai acuan terbatas pada SOLAS, IMO *Regulations*, FSS *Code*, LSA *Code* dan Lloyd's Register.
7. Penelitian ini hanya dilakukan pada kapal *tanker* 6200 DWT dan tidak dilakukan tinjauan lapangan terhadap kapal tsb.

(Hal ini sengaja dikosongkan)

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Tabel di bawah ini menunjukkan perbandingan studi sebelumnya dengan penelitian ini.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Dr.Eng.,M. Danil Arifin. ST., MT.	Perancangan Layout Kamar Mesin dan Kelistrikan Kapal	Hasil penelitian ini menunjukkan bagaimana MT. REVIEANA dirancang secara menyeluruh untuk memenuhi persyaratan modern untuk transportasi minyak sambil tetap memprioritaskan keselamatan dan efisiensi. (Arifin, 2022)
2	Burhanuddin Akbar. A.Md.T.	Desain Ulang Tata letak Ruang Mesin dan Ruang Akomodasi untuk Efisiensi Operasional ABK Kapal SPOB 1500 KL	Hasil penelitian ini merancang ulang tata letak ruang mesin dan ruang akomodasi pada kapal SPOB 1500 KL untuk meningkatkan efisiensi operasional ABK dan memenuhi *rules* BKI serta MLC 2006; dengan metode perbandingan desain lama–baru. (Akbar, 2025)
3	Ryszard Getka	*Evacuation Routes prom machinery Spaces - Quantity, construction and Layout*	Hasil penelitian ini menganalisis kejadian kebakaran nyata di ruang mesin kapal dan menunjukkan bahwa jumlah serta penataan jalur evakuasi yang ada (berdasar SOLAS) sering tidak memadai, sehingga perlu penambahan dan perbaikan desain *escape route* untuk meningkatkan keselamatan. (Getka, 2021)
4	Baharuddin dkk	Redesain *Escape Route* dan Perlengkapan Keselamatan pada Kapal Pinisi Sesuai Standar NCVS *(Non-Convention Vessel Standard)* Studi Kasus KLM Elysian	Hasil penelitian ini redesain *escape route* dan perlengkapan keselamatan kapal Pinisi KLM Elysian agar sesuai standar NCVS dan SOLAS, memodelkan kebakaran–evakuasi secara 3D, dan menunjukkan bahwa desain baru memenuhi batas waktu evakuasi <60 menit.

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			(Idkhan, Muhammad; Baharuddin, Fiskia Rera; Palerangi, 2021)
5	Massimo Cacciari	*Analysis Of Evacuation Efficiency In Ship Engine Rooms Based On Layout Configuration.*	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lebar koridor, jumlah dan posisi rute keluar, serta pengurangan *bottleneck* di sekitar tangga dan pintu darurat secara signifikan mengurangi waktu evakuasi dan meningkatkan peluang selamat, sehingga rekomendasi desain *layout* kamar mesin diarahkan pada penghilangan titik sempit dan penambahan jalur evakuasi alternatif. (Cacciari, 2022)

(Sumber: Penulis, 2025)

Penelitian mengenai tata letak kamar mesin dan keselamatan kapal telah banyak dilakukan dengan berbagai fokus pembahasan. Penelitian yang dilakukan oleh (Arifin, 2022) membahas perancangan tata letak kamar mesin dan sistem kelistrikan pada kapal *tanker*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain yang dibuat telah memenuhi persyaratan teknis serta mendukung aspek keselamatan dan efisiensi operasional kapal. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada proses perancangan tata letak secara umum dan belum membahas evaluasi jalur evakuasi maupun perhitungan waktu tempuh evakuasi.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Akbar, 2025) yang merancang ulang tata letak ruang mesin dan ruang akomodasi pada kapal SPOB 1500 KL untuk meningkatkan efisiensi operasional awak kapal (ABK). Redesain dilakukan dengan membandingkan tata letak sebelum dan sesudah perbaikan berdasarkan standar BKI dan *Maritime Labour Convention* (MLC) *2006*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain baru mampu meningkatkan aksesibilitas ruang kerja dan memenuhi persyaratan akomodasi bagi ABK. Akan tetapi, penelitian tersebut belum membahas rencana keselamatan *(safety plan)* maupun melakukan analisis waktu tempuh evakuasi.

Penelitian oleh (Getka, 2021) membahas jalur evakuasi pada ruang mesin kapal berdasarkan beberapa kasus kebakaran yang pernah terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah dan penempatan jalur evakuasi yang ada pada beberapa kapal masih belum cukup untuk mendukung proses evakuasi secara aman. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan penambahan jalur evakuasi serta perbaikan tata letaknya agar keselamatan awak kapal dapat lebih terjamin ketika terjadi keadaan darurat.

Penelitian yang dilakukan oleh (Idkhan, Muhammad; Baharuddin, Fiskia Rera; Palerangi, 2021) berfokus pada redesain jalur evakuasi dan perlengkapan keselamatan pada kapal Pinisi KLM Elysian sesuai standar NCVS dan SOLAS. Penelitian ini menemukan bahwa ruang mesin hanya memiliki satu jalur akses sehingga belum memenuhi ketentuan keselamatan. Setelah dilakukan redesain dan simulasi menggunakan perangkat lunak *Pathfinder*, kedua alternatif desain menghasilkan waktu evakuasi kurang dari 60 menit sehingga telah memenuhi persyaratan SOLAS.

Selanjutnya, (Cacciari, 2022) menganalisis hubungan antara tata letak kamar mesin dengan efisiensi proses evakuasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebar koridor, jumlah jalur keluar, posisi pintu darurat, dan keberadaan titik penyempitan *(bottleneck)* sangat memengaruhi waktu evakuasi. Semakin sedikit hambatan pada jalur evakuasi, maka waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi juga semakin singkat.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa penelitian sebelumnya telah membahas tata letak kamar mesin, efisiensi operasional, serta jalur evakuasi kapal. Namun, belum ada penelitian yang menggabungkan redesain tata letak kamar mesin, evaluasi rencana keselamatan *(safety plan)* berdasarkan Lloyd's Register, SOLAS, FSS *Code*, dan LSA *Code*, serta perhitungan waktu tempuh evakuasi menggunakan pedoman IMO MSC.1/*Circ*.1533 pada kapal *tanker* 6200

DWT. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang ulang tata letak kamar mesin dan rencana keselamatan agar sesuai dengan standar klasifikasi yang berlaku, sekaligus mengevaluasi efektivitas jalur evakuasi berdasarkan perhitungan waktu tempuh evakuasi.

2.2 Kapal *Tanker*

Kapal *tanker* adalah jenis kapal khusus yang dimaksudkan untuk mengangkut muatan cair dalam volume besar melalui jalur laut internasional. Kapal *tanker* berfungsi untuk mengangkut minyak mentah melalui laut atau perairan, dari pelabuhan muat atau pelabuhan produksi ke pelabuhan bongkar atau pengolahan dan minyak produk dari pelabuahan pengolahan menuju pelabuhan bongkar muat atau distribusi (Kundori, 2021). Mereka juga berfungsi sebagai penghubung penting dalam rantai pasokan energi di seluruh dunia, terutama untuk mengangkut minyak mentah, produk olahan minyak seperti bensin dan diesel, bahan kimia berbahaya, dan gas alam cair seperti LNG atau LPG. Minyak mentah diangkut oleh kapal *tanker* melalui laut atau perairan dari pelabuhan produksi atau muat ke pelabuhan bongkar atau pengolahan. Selain itu, minyak produk diangkut dari pelabuahan pengolahan ke pelabuhan bongkar atau distribusi.

Berdasarkan jenis muatan dan ukuran kapal, kapal *tanker* dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori utama. Gambar 2.1 (a) menunjukkan pengelompokan kapal *tanker* berdasarkan jenis muatan yang diangkut, seperti *crude oil tanker*, *product tanker*, *chemical tanker*, serta *gas tanker* (LNG dan LPG). Sementara itu, Gambar 2.1 (b) menggambarkan klasifikasi kapal *tanker* berdasarkan ukuran dan kapasitas angkut, mulai dari *Panamax* (Pmax), *Aframax (Amx)*, *Suezmax* (Smax) hingga *Very Large Crude Carrier* (VLCC) dan *Ultra Large Crude Carrier* (ULCC*)*. Perbedaan jenis dan ukuran kapal *tanker* berimplikasi langsung terhadap kompleksitas sistem permesinan, tata letak kamar mesin, serta kebutuhan sistem keselamatan. Kapal *tanker* memiliki tingkat risiko operasional yang tinggi akibat sifat muatan yang mudah terbakar dan berbahaya, sehingga desain kamar mesin harus memenuhi standar keselamatan yang ketat. Oleh karena

itu, perancangan tata letak kamar mesin pada kapal *tanker* menjadi aspek krusial dalam menjamin keselamatan awak kapal dan kelayakan operasional kapal. Ini berdampak pada sistem keselamatan kapal dan perluasan kapasitasnya.

(a)

(b)

Gambar 2. 1 Macam – Macam Tanker berdasarkan (a) Muatan dan (b) Ukuran

(Sumber: id.pinterest.com/, 2023)

2.3 Kamar Mesin

Kamar mesin merupakan ruang utama pada kapal yang berfungsi sebagai pusat penggerak dan sumber energi. Di dalam kamar mesin terdapat mesin induk, generator, sistem bahan bakar, sistem pendingin, sistem pelumasan, serta instalasi kelistrikan. Di ruang yang padat dan kompleks seperti ini, awak kapal harus menjalankan operasi dengan sangat presisi. Mengawasi mesin induk, memeriksa panel kontrol, dan memeriksa peralatan bantu dan sistem perpipaan adalah semua bagian dari ini.

Dalam sistem operasional kapal, mesin memegang peranan penting dari berbagai aspek keselamatan, navigasi maupun komunikasi. Ketika terjadi kebakaran di kamar mesin, salah satu dampak yang paling kritis yaitu pada saat kapal mengalami *black out* total, yakni kondisi di mana seluruh sistem kelistrikan utama dan cadangan tidak dapat berfungsi. Hal tersebut mengakibatkan seluruh peralatan penting seperti *emergency lighting system*,

fire pumps, dan *fire alarms* tidak dapat dioperasikan. Ketiadaan pencahayaan darurat menjadi faktor penghambat besar dalam proses evakuasi. Di dalam kapal jalur evakuasi sering kali melalui lorong-lorong sempit dan bertingkat, dengan rute yang hanya bisa diakses melalui tangga vertikal (Ambasari, 2025). Oleh karea itu tata letak ruang dan peralatan sangat mempengaruhi keselamatan awak kapal dalam kondisi darurat.

2.4 Keselamatan

Keselamatan umumnya didefinisikan sebagai evaluasi dampak dari adanya risiko kematian, cedera, atau kerusakan pada manusia atau benda. Secara umum faktor kecelakaan kerja disebabkan oleh dua faktor, salah satunya adalah faktor tindakan manusia yang tidak sesuai dengan standar keselamatan kerja atau kurangnya pemahaman terhadap pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja (K3), yang dikenal sebagai *unsafe action* (Harisma, Manda, Andiryani, 2025). Keselamatan kerja didefinisikan sebagai kondisi bebas dari risiko yang dapat menyebabkan cedera, kematian, atau kerusakan peralatan. Risiko keselamatan di kamar mesin kapal *tanker* meliputi kebakaran, ledakan, serta kecelakaan akibat ruang gerak yang terbatas. Sebagai tanggapan dari risiko ini, berbagai tindakan diambil sebagai pencegahan.

Dalam perancangan kamar mesin, keselamatan diwujudkan melalui pembatasan dan pencegahan penyebaran api, penyediaan jalur evakuasi yang aman dan mudah diidentifikasi, penempatan strategis peralatan keselamatan, serta pengurangan hambatan fisik pada jalur kerja dan jalur evakuasi. Juga mempertahankan efisiensi mesin, peralatan, dan instalasi, serta ketersediaan sistem deteksi dan pemadaman kebakaran, sama pentingnya dengan keselamatan awak kapal (Krystosik-Gromadzińska, 2025). Dengan demikian, keselamatan tidak hanya bergantung pada prosedur operasional, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh tata letak ruang dan peralatan. Kamar mesin adalah salah satu area yang paling rentan terhadap kebakaran karena bahan bakar, oli pelumas, dan sumber panas mesin utama. Komponen keselamatan perancangan kamar mesin adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan rute evakuasi yang aman dan mudah dilihat
2. Penempatan strategis peralatan keselamatan
3. Pengurangan hambatan fisik dan evakuasi jalur kerja

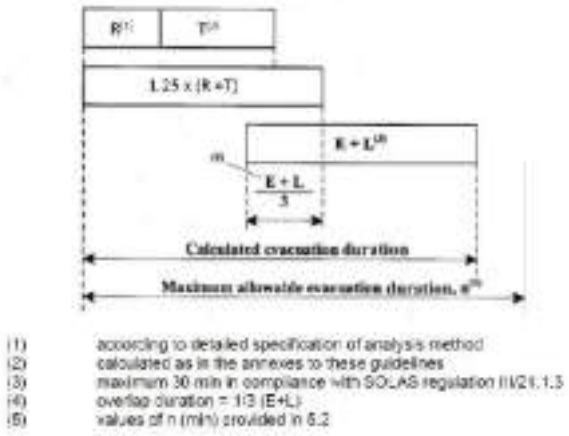
2.5 Waktu Tempuh Evakuasi

Waktu tempuh evakuasi adalah parameter kuantitatif yang digunakan untuk menilai efektivitas tata letak ruang terhadap kemampuan awak kapal untuk keluar dari area berbahaya menuju titik aman. Panjang jalur evakuasi, kondisi akses, jumlah hambatan, dan karakteristik gerak manusia memengaruhi waktu tempuh evakuasi. Perencanaan keselamatan membantu menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk meninggalkan lokasi kejadian dan menuju lokasi yang lebih aman. Saat terjadi keadaan darurat, perencanaan keselamatan membantu mengurangi risiko terjebak dalam situasi yang tidak terkendali atau kebingungan. Perencanaan keselamatan juga membantu mengurangi kerugian fisik dan material.

Tata letak kamar mesin yang buruk dapat memperpanjang waktu evakuasi dan meningkatkan risiko korban jiwa. Jalur yang sempit, berliku, atau terhalang peralatan besar dapat menghambat pergerakan awak kapal, terutama dalam kondisi visibilitas terbatas akibat asap dan panas. Oleh karena itu, analisis waktu tempuh evakuasi digunakan sebagai indikator objektif untuk mengevaluasi kesesuaian tata letak kamar mesin berdasarkan *class* dan regulasi yang berlaku. Risiko korban meningkat dan waktu evakuasi diperpanjang karena desain tata letak yang tidak tepat. Selain itu, hambatan fisik di sepanjang jalur dapat memperlambat proses evakuasi. Standar IMO dan SOLAS memberi petunjuk tentang cara membuat perencanaan keselamatan yang aman. Dengan mengacu pada standar ini, optimasi waktu evakuasi dapat dilakukan dengan cara yang objektif. Analisis ini membantu menemukan kelemahan dalam desain saat ini. Oleh karena itu, analisis waktu evakuasi menjadi aspek penting dalam evaluasi desain kapal.

Berdasarkan pembahasan mengenai waktu tempuh evakuasi sebagai indikator utama efektivitas desain keselamatan kapal, diperlukan suatu

metode kuantitatif yang baku untuk mengevaluasi apakah desain tata letak kamar mesin telah memenuhi persyaratan keselamatan internasional. *International Maritime Organization* (IMO) melalui dokumen MSC.1/*Circular*.1533 menyediakan pedoman resmi dalam melakukan analisis evakuasi (*evacuation analysis*) pada kapal, termasuk perhitungan waktu tempuh evakuasi berdasarkan karakteristik jalur, kecepatan pergerakan manusia, dan kondisi darurat. Oleh karena itu, analisis waktu tempuh evakuasi pada penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada ketentuan MSC.1/*Circ*.1533 guna memastikan bahwa hasil evaluasi dan redesain tata letak kamar mesin kapal *tanker* memiliki dasar regulasi. Pada ketentuan dalam IMO MSC.1/*Circ.*1533 yang menyatakan bahwa "Apabila durasi evakuasi total hasil perhitungan melebihi durasi evakuasi total yang diizinkan, maka prosedur evakuasi di atas kapal harus ditinjau kembali dan disesuaikan, dengan tujuan mengambil tindakan korektif yang tepat untuk mengurangi kemacetan pada lokasi-lokasi yang diidentifikasi melalui hasil analisis evakuasi".



Gambar 2. 2 Standar Performa

(Sumber: *Maritime Safety Committee.1/Circ.1533*, 2022)

Gambar 2.2 merupakan standar performa dari IMO MSC.1/*Circ*. 1533 yang di sederhanakan menjadi persamaan 1.

$$1{,}25\ (R+T)+\frac{2}{3}(E+L)\leq n \tag{2.1}$$

Dimana:

R = *Response Duration*

T = *Travel Time*

E = *Embarkation Time,*

L = *Launching Time.*

Dengan catatan:

1) Pada kasus 1 dan 3 memiliki waktu 10 menit, kasus 2 dan 4 memiliki waktu 5 menit,
2) Perhitungan pada *Appendix* 1
3) Pada kasus ini memiliki waktu maksimal 30 menit,
4) *Overlap time* yaitu 1/3 (E+L),
5) n = 60 waktu yang diperbolehkan untuk evakuasi.

Untuk perhitungan *travel time* menggunakan rumus berikut:

1. Perhitungan t_{deck} pada tiap *deck*

$$t_{deck} = \text{Jarak (m)} \times \textit{Initial Speed (S)} \tag{2.2}$$

2. Perhitungan *Flow Time* (T_f) tiap *deck*

$$t_f = \frac{\text{(N) Jumlah orang total}}{\text{Fc } (\textit{Calculate Flow})} \tag{2.3}$$

3. Perhitungan T_{stairs} pada tiap *deck*

$$T_{stairs} = \text{Jarak (m)} \times \text{Initial Speed (S)} \tag{2.4}$$

4. Perhitungan *overall time*

$$t_i = t_f + t_{deck} + t_{stairs} + t_{assembly} \tag{2.5}$$

5. Perhitungan *travel time*

$$T = (\gamma + \delta) \times t_i \quad (2.6)$$

γ adalah faktor koreksi dengan nilai 2 untuk kasus 1 dan 2 dan nilai 1,3 untuk kasus 3 dan 4. δ adalah faktor koreksi arus balik dengan nilai 0,3. Dimasukkan Ketika nilai t_i adalah waktu tempuh tertinggi yang dinyatakan dalam detik yang dihasilkan dari penerapan prosedur perhitungan IMO.

2.6 Aksesibilitas Kerja

Aksesibilitas kerja di kamar mesin berkaitan dengan kemudahan awak dalam menjangkau peralatan untuk operasional dan perawatan. Tata letak peralatan yang terlalu rapat sering kali menyulitkan pergerakan dan pengawasan. Kondisi ini juga berdampak pada keselamatan dalam situasi darurat. Oleh karena itu, aksesibilitas kerja menjadi faktor penting dalam desain kamar mesin. Aksesibilitas kerja juga berkaitan erat dengan kepatuhan terhadap standar *class* dan regulasi yang berlaku. Standar tersebut mengatur jarak minimum antar peralatan dan lebar jalur inspeksi. Aksesibilitas berkaitan dengan kemudahan dalam menjangkau, mengoperasikan, dan melakukan pemeliharaan terhadap komponen mesin seperti pompa, katup, dan sistem kontrol, serta memastikan adanya ruang kerja yang memadai dan pencahayaan yang cukup (Akbar, 2025).

Risiko kecelakaan kerja meningkat karena kurangnya aksesibilitas, yang juga dapat mempersingkat respons darurat. Awak kapal mungkin mengalami kesulitan untuk mengakses peralatan keselamatan, yang dapat membahayakan keselamatan operasional kapal. Akibatnya, tata letak kamar mesin harus memberikan aksesibilitas yang memadai. Hambatan fisik diidentifikasi melalui evaluasi aksesibilitas. Oleh karena itu, analisis redesain tata letak dan rencana keselamatan kamar mesin dapat meningkatkan akesibilitas, keselamatan dan efisiensi waktu evakuasi. Hal ini menunjukkan bahwa keselamatan dan aksesibilitas sangat terkait satu sama lain.

2.7 Efektivitas Jalur Evakuasi

Efektivitas jalur evakuasi bergantung pada jumlah hambatan fisik yang minimal, kemudahan identifikasi, dan keterhubungan jalur. Jalur evakuasi yang berfungsi dengan baik memungkinkan awak kapal pergi dengan cepat ke tempat yang aman. Jalur evakuasi dalam kamar mesin kapal *tanker* harus tetap dapat digunakan dalam situasi darurat. Tata letak ruang memengaruhi seberapa efektif jalur evakuasi. Waktu evakuasi dapat diperpanjang karena jalur yang tidak dirancang dengan baik. Akibatnya, analisis tata letak dan rencana keselamatan sangat penting. Oleh karena itu, redesain tata letak dan rencana keselamatan yang mana efektivitas jalur evakuasi menjadi subjek penelitian. Ini menunjukkan betapa pentingnya rencana keselamatan.

Risiko korban jiwa dapat meningkat karena prosedur evakuasi yang tidak efektif. Jalur evakuasi dapat terhalang oleh pipa dan peralatan besar. Kecelakaan merupakan kejadian yang tidak diinginkan dan bisa terjadi kapan saja yang dapat membawa dampak kerusakan bahkan korban jiwa (Syahnas, 2020). Oleh karena itu, hambatan tersebut harus diminimalkan dalam desain tata letak. Efektivitas jalur evakuasi berkaitan erat dengan aksesibilitas dan ditentukan oleh keterhubungan jalur, minimnya hambatan fisik, serta kemudahan identifikasi rute. Jalur evakuasi yang efektif memungkinkan awak kapal melakukan evakuasi secara cepat dan aman. Sebaliknya, jalur evakuasi yang tidak dirancang dengan baik dapat meningkatkan waktu evakuasi dan risiko kecelakaan. Oleh karena itu, analisis aksesibilitas dan efektivitas jalur evakuasi menjadi fokus penting dalam penilaian tata letak kamar mesin.

2.8 Keterjangkauan Peralatan Keselamatan

Keterjangkauan peralatan keselamatan menunjukkan sejauh mana awak kapal dapat dengan cepat mengakses peralatan keselamatan seperti alat pemadam kebakaran, alat bantu pernapasan, dan sistem alarm darurat. Penempatan peralatan keselamatan yang tidak strategis atau terhalang peralatan lain dapat menghambat respons darurat dan memperburuk dampak

kecelakaan. Kehadiran peralatan keselamatan sangat penting untuk menangani situasi darurat di kamar mesin. Secara keseluruhan, kelengkapan peralatan, efektivitas manajemen keselamatan (termasuk *safety meeting* dan *briefing kerja*), kualitas SDM, serta kepatuhan prosedural merupakan penentu kunci pencegahan kecelakaan (Magdalena et al., 2024). Respon darurat yang cepat dapat dicapai dengan penempatan yang tepat. Oleh karena itu, keterjangkauan peralatan menunjukkan keamanan. Tata letak peralatan memengaruhi keterjangkauan dalam desain kamar mesin. Desain yang buruk dapat membuat peralatan keselamatan sulit diakses.

Perangkat keselamatan yang sulit dijangkau dapat meningkatkan efek kecelakaan. Akses yang tertunda dapat fatal dalam situasi darurat. Dalam perancangan kamar mesin, keterjangkauan peralatan keselamatan harus mempertimbangkan jarak tempuh, kondisi lingkungan, serta postur kerja awak kapal. Evaluasi keterjangkauan menjadi bagian dari analisis tata letak untuk memastikan kesiapsiagaan darurat dan meningkatkan keselamatan operasional kapal.

2.9 Rencana Keselamatan Kapal *(Safety Plan)*

Rencana keselamatan atau yang biasa disebut *safety plan* merupakan dokumen perencanaan keselamatan yang berisi identifikasi potensi bahaya, penempatan peralatan keselamatan, serta prosedur tanggap darurat pada suatu sistem atau area kerja. Dalam konteks perkapalan, *safety plan* dirancang untuk memastikan bahwa seluruh area berisiko tinggi, termasuk kamar mesin, memiliki perlindungan keselamatan yang memadai dan mudah diakses oleh awak kapal. Menurut pedoman keselamatan maritim internasional, *safety plan* berfungsi sebagai acuan utama dalam pencegahan kecelakaan serta mitigasi dampak ketika keadaan darurat terjadi. *Safety plan* tidak hanya bersifat administratif, tetapi juga terintegrasi langsung dengan desain fisik dan tata letak ruang kapal. Oleh karena itu, efektivitas *safety plan* sangat dipengaruhi oleh kualitas perancangan tata letak. Dengan demikian, *safety plan* menjadi elemen penting dalam sistem keselamatan kapal secara menyeluruh.

Dalam kamar mesin kapal *tanker*, *safety plan* memiliki peran yang sangat krusial karena area ini memiliki risiko tinggi terhadap kebakaran, ledakan, paparan panas, serta kegagalan mekanis. *Safety plan* menuntut agar jalur evakuasi, titik kumpul sementara, dan peralatan keselamatan ditempatkan secara strategis dan mudah dijangkau. Tata letak kamar mesin yang tidak dirancang berdasarkan *safety plan* berpotensi meningkatkan waktu respons awak dalam keadaan darurat. Oleh karena itu, integrasi *safety plan* ke dalam tahap desain menjadi suatu keharusan. Hal ini menunjukkan bahwa *safety plan* tidak dapat dipisahkan dari aspek tata letak ruang.

Fungsi *safety plan* sebagai dasar evaluasi dan redesain tata letak kamar mesin kapal *tanker*. Analisis redesain tidak hanya bertujuan memenuhi standar *class* dan regulasi secara geometris, tetapi juga memastikan bahwa seluruh elemen keselamatan dalam *safety plan* dapat diakses secara cepat dan efektif. Optimalisasi waktu evakuasi yang menjadi fokus penelitian sangat dipengaruhi oleh keberhasilan implementasi *safety plan* pada desain kamar mesin. Penempatan peralatan keselamatan, lebar jalur akses, serta keterhubungan antar jalur evakuasi merupakan bagian integral dari *safety plan*. Dengan demikian, redesain tata letak kamar mesin dalam penelitian ini secara langsung mendukung peningkatan efektivitas *safety plan*. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan tingkat keselamatan operasional kapal *tanker* secara signifikan. Berdasarkan regulasi keselamatan internasional dan praktik industri perkapalan, kamar mesin kapal *tanker* wajib dilengkapi dengan peralatan keselamatan sebagai berikut:

1. Sistem Pemadam Kebakaran
    a. *Fixed Fire-Fighting System (CO^2/Inert Gas/Water Mist)*

        Gambar 2.3 (a) dan (b) memperlihatkan penerapan sistem pemadam kebakaran tetap (*fixed fire-fighting system*) di kamar mesin kapal *tanker*, yang dirancang untuk menangani kebakaran berskala besar secara efektif. Sistem ini dapat dioperasikan secara otomatis maupun manual, tergantung pada tingkat kedaruratan yang terjadi. Pada sistem berbasis CO_2 atau *inert gas*, mekanisme pemadaman dilakukan

dengan menurunkan kadar oksigen di dalam ruang tertutup sehingga proses pembakaran dapat dihentikan. Sementara itu, sistem *water mist* bekerja dengan cara menyerap panas dan menghambat reaksi kimia pembakaran melalui partikel air bertekanan tinggi. Keberadaan sistem ini sangat penting mengingat karakteristik kamar mesin yang memiliki potensi kebakaran tinggi dan tidak dapat ditangani secara optimal dengan metode pemadaman manual.

(a) *(b)*

Gambar 2. 3 (a) CO^2/Inert Gas (b) Water Mist

(Sumber: id.pinterest.com/, 2023)

b. Fire Hydrant, Fire Hose dan *Fire Pump*

Gambar 2.4 (a) dan (b) sistem *fire hydrant, fire hose,* dan *fire pump* yang berfungsi sebagai sarana pemadaman kebakaran awal maupun lanjutan oleh awak kapal. *Fire pump* berperan dalam menyuplai air bertekanan dari sistem pemipaan kapal, sedangkan *hydrant* dan *hose* memungkinkan awak kapal melakukan pemadaman secara langsung pada sumber api. Sistem ini dirancang untuk memberikan respons cepat terhadap kebakaran pada tahap awal sebelum berkembang menjadi kebakaran berskala besar, khususnya di area kamar mesin.

(a) *(b)*

Gambar 2. 4 (a) Fire Pump dan (b) Fire Hydrant and Hose

(Sumber: id.pinterest.com/, 2022)

c. Portable Fire Extinguisher

Gambar 2.6 menunjukkan alat pemadam api ringan (APAR) yang digunakan untuk menangani kebakaran berskala kecil di kamar mesin kapal *tanker*. APAR jenis CO_2 digunakan untuk kebakaran yang melibatkan instalasi listrik, *foam* digunakan untuk kebakaran akibat cairan mudah terbakar, sedangkan *dry powder* bersifat serbaguna dan efektif untuk kebakaran multi-kelas. Alat pemadam ini ditempatkan pada titik-titik strategis di kamar mesin guna memungkinkan awak kapal melakukan pemadaman awal secara cepat sebelum api berkembang menjadi kebakaran yang lebih besar.

Gambar 2. 5 Portable Fire Extinguisher

(Sumber: id.pinterest.com/, 2021)

2. Sistem Deteksi dan Alarm

a. *Smoke* dan *Heat Detector*

Gambar 2.6 memperlihatkan sistem *smoke detector* dan *heat detector* yang berfungsi sebagai alat deteksi dini kebakaran di kamar

mesin kapal *tanker*. Perangkat ini dirancang untuk mendeteksi keberadaan asap maupun peningkatan suhu yang tidak normal sebagai indikasi awal terjadinya kebakaran. Dengan adanya sistem deteksi ini, awak kapal dapat memperoleh peringatan lebih awal sehingga tindakan pencegahan dan pemadaman dapat dilakukan sebelum api berkembang menjadi kebakaran berskala besar.

Gambar 2. 6 Smoke dan Heat Detector

(Sumber: id.pinterest.com/, 2023)

b. Gas Detector

Mendeteksi gas mudah terbakar (*hydrocarbon*) akibat kebocoran bahan bakar atau pelumas. Sangat krusial pada kapal *tanker* untuk mencegah ledakan.

c. *Fire Alarm* dan *General Alarm System*

Gambar 2.7 memperlihatkan *fire alarm* dan *general alarm system* yang berfungsi memberikan peringatan secara audio dan visual kepada seluruh awak kapal apabila terjadi kondisi darurat, khususnya kebakaran. Sistem ini diaktifkan secara otomatis maupun manual untuk memastikan seluruh awak kapal segera menyadari situasi bahaya dan melaksanakan prosedur darurat sesuai dengan *muster list* yang telah ditetapkan. Keberadaan sistem alarm ini berperan penting dalam mengoordinasikan respons darurat dan meminimalkan risiko keterlambatan evakuasi.

Gambar 2. 7 Fire Alarm dan General Alarm System

(Sumber: id.pinterest.com/, 2022)

3. Peralatan Keselamatan Personel

   a. Personal Protective Equipment (PPE)

   . Gambar 2.8 menggambarkan perlengkapan pelindung diri sebagai bagian dari sistem keselamatan dan kesehatan kerja di kamar mesin kapal *tanker*.

Gambar 2. 8 Personal Protective Equipment (PPE)

(Sumber: id.pinterest.com/, 2022)

   b. Self Contained Breathing Apparatus (SCBA)

   Gambar 2.9 menunjukkan *Self Contained Breathing Apparatus (SCBA)* yang digunakan sebagai alat bantu pernapasan bagi awak kapal pada kondisi darurat, khususnya ketika terjadi paparan asap tebal atau kekurangan oksigen di kamar mesin. *SCBA* dilengkapi dengan suplai udara mandiri sehingga memungkinkan awak kapal tetap bernapas secara aman tanpa bergantung pada udara lingkungan sekitar. Penggunaan *SCBA* sangat penting dalam mendukung keselamatan awak kapal saat melakukan pemadaman kebakaran, evakuasi, maupun inspeksi di area berisiko tinggi.

Gambar 2. 9 Self Contained Breathing Apparatus (SCBA)

(Sumber: id.pinterest.com/, 2023)

4. Sistem Ventilasi dan Pengendalian Atmosfer

a. Emergency Stop Ventilation

Gambar 2.10 menunjukkan *Emergency Stop Ventilation* yang berfungsi untuk menghentikan sistem ventilasi secara cepat pada kondisi darurat, khususnya ketika terjadi kebakaran di kamar mesin. Penghentian aliran udara ini bertujuan untuk mencegah suplai oksigen ke area kebakaran, sehingga dapat menghambat proses pembakaran dan mendukung efektivitas sistem pemadaman kebakaran. Sistem ini dioperasikan secara manual dari titik yang aman dan mudah dijangkau oleh awak kapal.

Gambar 2. 10 Emergency Stop Ventilation

(Sumber: id.pinterest.com/, 2021)

b. *Damper* dan *Fire Flap*

Digunakan untuk mengisolasi ruang tertentu agar api dan asap tidak menyebar ke kompartemen lain.

c. *Exhaust Ventilation* dengan Proteksi Kebakaran

Mengontrol suhu dan kualitas udara saat operasi normal, namun dapat dinonaktifkan saat darurat.

5. Jalur Evakuasi dan Akses Darurat
    a. Jalur Evakuasi Ganda

        Minimal dua jalur keluar memastikan awak tetap bisa melarikan diri jika salah satu jalur terblokir api atau asap.

    b. Tangga dan Pintu Darurat Tahan Api

        Dirancang menahan api dalam waktu tertentu agar awak kapal dapat melakukan evakuasi dengan aman.

    c. *Emergency Lighting* dan *Photoluminescent Marking*

        Memastikan jalur evakuasi tetap terlihat meskipun listrik utama padam.

2.10 Lloyd's Register *(*LR*)*

Standar teknis untuk desain dan konstruksi kapal ditetapkan oleh Lloyd's Register, sebuah lembaga klasifikasi internasional. Tata letak kamar mesin, akses kerja, dan jalur evakuasi diatur dalam aturan LR. Karena aturan LR dibuat untuk memastikan keselamatan dan kelayakan operasional kapal, mereka menjadi acuan penting dalam perancangan kapal *tanker*. Dalam penelitian ini, aturan LR digunakan sebagai dasar untuk evaluasi tata letak. Kesesuaian dengan LR adalah syarat utama untuk desain.

Untuk menemukan ketidaksesuaian desain, evaluasi tata letak kamar mesin dilakukan dengan membandingkan kondisi saat ini dengan persyaratan LR. Dengan demikian, tata letak dapat dioptimalkan sesuai standar klasifikasi. Kepercayaan terhadap hasil desain meningkat dengan penerapan aturan LR.

Tabel 2. 2 *Llyod's Regulations*

No	*Rules*	Isi Regulasi	Keterangan
1	*Part 5 – Main and Auxiliary Machinery*	Ketentuan umum sistem permesinan utama dan bantu kapal.	Digunakan sebagai dasar analisis tata letak kamar mesin sesuai persyaratan LR.
2	*Part 5 – Main and Auxiliary Machinery*	Pengaturan sistem perpipaan dan perlindungan terhadap kebocoran.	Relevan untuk menilai potensi hambatan jalur evakuasi dan risiko keselamatan.

No	*Rules*	Isi Regulasi	Keterangan
3	*Part 5 – Main and Auxiliary Machinery*	Ketentuan pemasangan mesin bantu dan sistem pendukung.	Mempengaruhi kepadatan ruang dan kemudahan pergerakan awak kapal.
4	*Part 6 – Control, Electrical, Refrigeration and Fire*	Instalasi sistem kelistrikan yang aman.	Relevan terhadap keselamatan kerja dan akses di kamar mesin.
5	*Part 6 – Control, Electrical, Refrigeration and Fire*	Sistem proteksi dan pencegahan kebakaran.	Digunakan untuk mengevaluasi keselamatan kamar mesin.
6	*Part 6 – Control, Electrical, Refrigeration and Fire*	Sistem deteksi dan pemadaman kebakaran.	Berpengaruh terhadap respon darurat dan evakuasi awak kapal.
7	*Part 7 – Other Ship Types and Systems*	Ketentuan tambahan sistem keselamatan kapal.	Mendukung analisis jalur dan sistem evakuasi.
8	*Part 4 – Ship Structures (Ship Types)*	Ketentuan struktur dan keselamatan khusus kapal *tanker*.	Menjadi batasan keselamatan dalam redesain tata letak kamar mesin *tanker*.

(Sumber: *(Lloyd's Register Rules and Regulations - Rules and Regulations for the Classification of Ships,* 2022)

2.11 *Standar* SOLAS, *IMO,* FSS *Code* dan LSA *Code*

*2.11.1 Safety Of Life At Sea (*SOLAS*)*

SOLAS adalah konvensi internasional utama yang mengatur keselamatan kapal dan perlindungan jiwa di laut, mencakup berbagai aspek keselamatan, seperti konstruksi kapal, sistem permesinan, dan prosedur darurat. SOLAS mengatur pengendalian risiko operasional dan pencegahan kebakaran dalam kamar mesin kapal *tanker*. Tujuan dari ketentuan ini adalah untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan yang membahayakan awak kapal. SOLAS juga mengatur jalur evakuasi yang aman dan mudah diakses dari area berisiko tinggi. Jalur tersebut harus bebas hambatan dan mudah dikenali saat dirancang dalam tata letak kamar mesin. SOLAS juga menekankan pentingnya sistem peringatan dan lampu darurat. Akibatnya, SOLAS menjadi standar utama untuk menilai keselamatan kamar mesin kapal *tanker*.

Karena tingginya risiko kebakaran dan ledakan pada kapal *tanker*, penerapan SOLAS sangat penting. Ketentuan dalam Bab II-2 SOLAS membahas sistem pencegahan kebakaran di kamar mesin secara khusus. Perbedaan ruang berisiko dan ketersediaan sistem pemadam kebakaran yang memadai diperlukan oleh aturan ini. Tata letak kamar mesin harus memungkinkan akses pemadam kebakaran yang cepat. SOLAS juga mengatur berapa banyak dan di mana pintu keluar darurat dari kamar mesin harus berada. Pilihan lokasi pintu keluar harus mempertimbangkan kemudahan evakuasi awak kapal. Kepatuhan terhadap SOLAS memengaruhi keselamatan operasional secara langsung dan administratif. Oleh karena itu, SOLAS berfungsi sebagai dasar untuk penelitian tentang cara terbaik untuk menyesuaikan tata letak kamar mesin kapal *tanker*.

*Tabel 2. 3 Safety Of Life At Sea (*SOLAS*) 1974*

No	Rules	Isi Regulasi	Keterangan
1	*Chapter II – 1, Part D, Reg. 41*	Mengatur keandalan sumber daya listrik utama dan darurat, termasuk penyediaan sistem listrik darurat.	Digunakan sebagai dasar evaluasi ketersediaan daya listrik darurat yang mendukung pencahayaan, sistem keselamatan, dan proses evakuasi dari kamar mesin.
2	*Chapter II – 1, Part D, Reg. 42*	Mengatur *emergency source of electrical power* dan distribusinya ke peralatan keselamatan.	Relevan terhadap keandalan pencahayaan darurat dan sistem pendukung keselamatan di jalur evakuasi kamar mesin.
3	*Chapter II – 2, Part D, Reg. 10*	Mengatur sistem pemadam kebakaran, termasuk sistem tetap dan portabel pada ruang berisiko tinggi seperti kamar mesin.	Menjadi acuan evaluasi penempatan dan jenis sistem pemadam kebakaran dalam tata letak kamar mesin.
4	*Chapter II – 2, Part D, Reg. 13*	Mengatur *means of escape* dari ruang berisiko, termasuk jumlah, lebar, dan akses jalur evakuasi.	Menjadi regulasi utama dalam analisis jalur evakuasi dan perhitungan waktu

No	Rules	Isi Regulasi	Keterangan
			tempuh evakuasi dari kamar mesin.
5	*Chapter III, Reg. 4*	Mengatur kewajiban penyediaan dan penempatan perlengkapan keselamatan jiwa.	Digunakan untuk menilai keterjangkauan peralatan keselamatan jiwa dari kamar mesin menuju area aman.

(Sumber: (IMO Publications and Documents - International Conventions - SOLAS - International Convention for the Safety of Life at Sea 1974, 1974)

2.11.2 International Maritime Organization (IMO)

IMO merupakan organisasi internasional yang bertanggung jawab atas pengaturan dan standar keselamatan dalam pelayaran, perlindungan lingkungan maritim, dan keamanan maritim. IMO menetapkan pedoman dan standar untuk menghitung dan menilai stabilitas kapal. Untuk memastikan bahwa pelayaran internasional aman dan aman, *International Maritime Organization* (IMO) adalah badan khusus Perserikatan Bangsa-Bangsa. Regulasi dan pedoman teknis yang digunakan untuk desain dan operasi kapal dibuat oleh IMO. Pedoman IMO digunakan untuk menilai sistem keselamatan dan jalur evakuasi saat membangun kamar mesin kapal *tanker*. IMO menetapkan prinsip bahwa keselamatan manusia harus menjadi prioritas utama dalam desain kapal.

Desain jalur pelolosan diri dari ruang berisiko tinggi termasuk dalam pedoman. Tata letak kamar mesin harus memungkinkan evakuasi yang aman dan cepat dilakukan oleh awak kapal. IMO juga mendukung pendekatan berbasis risiko dalam desain kapal. IMO juga mengeluarkan pedoman teknis untuk menghitung waktu tempuh evakuasi. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi seberapa efektif jalur evakuasi yang dirancang. Waktu tempuh evakuasi adalah faktor penting dalam menilai keselamatan desain kamar mesin. Tata letak yang tidak tepat dapat menyebabkan waktu evakuasi yang berlebihan. Akibatnya, evaluasi tata letak kamar mesin harus mengikuti pedoman IMO. Metode ini

memungkinkan penilaian desain secara kuantitatif. Pedoman IMO *j*uga mendukung pengambilan keputusan berbasis data selama proses desain. Selain ketentuan umum yang ditetapkan oleh *International Maritime Organization* (IMO), penelitian ini juga mengacu pada pedoman teknis turunan yang dikeluarkan oleh IMO melalui *Maritime Safety Committee, yaitu* MSC.1/*Circular*.1533, sebagai rujukan dalam analisis waktu tempuh evakuasi dan penilaian efektivitas jalur evakuasi pada kamar mesin kapal *tanker*.

a) Maritime Safety Comittee.1/Circular 1533

International Maritime Organization (IMO) mengeluarkan pedoman *MSC.1/Circular 1533* melalui *Maritime Safety Committee* (MSC) untuk membahas revisi panduan analisis evakuasi kapal. Kerangka konseptual dan metodologis yang diperlukan untuk mengevaluasi kemampuan awak kapal untuk melakukan evakuasi secara aman dan tepat waktu diberikan dalam dokumen ini. Prinsip-prinsip dalam MSC.1/*Circular*.1533 berlaku untuk kapal niaga, termasuk kapal *tanker*, meskipun pada awalnya banyak diterapkan pada kapal penumpang. Menurut pedoman ini, desain kapal harus memungkinkan pergerakan manusia dalam kondisi normal dan darurat. Pengaruh konfigurasi ruang terhadap waktu tempuh evakuasi adalah salah satu elemen penting yang dibahas. Oleh karena itu, MSC.1/*Circular*.1533 digunakan sebagai rujukan konseptual dalam menilai hubungan antara desain tata letak dan keselamatan evakuasi.

Dalam konteks kamar mesin kapal *tanker*, MSC.1/*Circular*.1533 memberikan dasar pemahaman mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan evakuasi awak kapal. Faktor-faktor tersebut meliputi panjang jalur evakuasi, lebar jalur, perubahan elevasi, serta keberadaan hambatan di sepanjang jalur pelolosan diri. Pedoman ini menegaskan bahwa jalur evakuasi harus dirancang dengan mempertimbangkan keterbatasan ruang dan kondisi lingkungan yang ekstrem. Kamar mesin sebagai ruang berisiko tinggi memiliki

karakteristik khusus yang dapat memperlambat proses evakuasi. Oleh karena itu, prinsip dalam MSC.1/*Circular*.1533 digunakan untuk mengevaluasi efektivitas jalur evakuasi kamar mesin. Pedoman ini juga mendukung penggunaan waktu tempuh evakuasi sebagai parameter kuantitatif dalam analisis desain, sehingga pada bagian ini dilakukan perhitungan waktu tempuh evakuasi berdasarkan rumus dan Langkah perhitungan yang dijelaskan pada Pembahasan Sub Bab 2.5. Dengan mengacu pada MSC.1/*Circular*.1533, penelitian ini dapat menilai sejauh mana tata letak kamar mesin mendukung keselamatan awak kapal. Hal ini memperkuat justifikasi penggunaan analisis waktu evakuasi dalam optimasi tata letak kamar mesin kapal *tanker*.

Tabel 2. 4 *MSC.1/Circular.1533*

No	*Rules*	Isi Regulasi	Keterangan
1	*MSC.1/Circ.1533, Annex 1.1*	Mengatur prinsip umum dan pendekatan dasar analisis evakuasi.	Menjadi landasan teoritis dalam memahami konsep analisis evakuasi yang diterapkan pada kamar mesin..
2	*MSC.1/Circ.1533, Annex 1.4*	Mengatur jenis dan kondisi skenario evakuasi yang harus dipertimbangkan.	Digunakan sebagai dasar penentuan skenario evakuasi awak kapal dari kamar mesin.
3	*MSC.1/Circ.1533, Annex 1.7*	Mengatur tindakan korektif apabila hasil analisis tidak memenuhi standar.	Menjadi dasar konseptual dalam penyusunan usulan optimalisasi tata letak kamar mesin.
4	*MSC.1/Circ.1533, Annex 2*	Menyediakan metode analisis evakuasi dengan pendekatan sederhana.	Menjadi metode utama yang digunakan dalam perhitungan waktu tempuh evakuasi pada penelitian.
5	*MSC.1/Circ.1533, Annex 2.1*	Menetapkan asumsi yang digunakan dalam analisis evakuasi sederhana.	Digunakan untuk menetapkan asumsi perhitungan sesuai kondisi awak kapal dan kamar mesin.
6	*MSC.1/Circ.1533, Annex 2.2*	Mengatur tahapan perhitungan durasi evakuasi.	Digunakan langsung untuk menghitung total waktu tempuh evakuasi.

No	*Rules*	Isi Regulasi	Keterangan
7	*MSC.1/Circ.1533, Annex 2.3*	Mengatur identifikasi titik kemacetan pada jalur evakuasi.	Digunakan untuk mengidentifikasi *bottleneck* pada tata letak kamar mesin.

(Sumber : (MSC.1/Circular.1533, 2016)

*2.11.3 Fire Safety System (*FSS*) Code*

Fire Safety Systems (FSS) dikeluarkan oleh IMO dan merupakan bagian dari pelaksanaan SOLAS. Ini mengatur persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran pada kapal, termasuk kamar mesin, termasuk sistem deteksi kebakaran, sistem pemadam tetap, dan pengaturan ventilasi ruang mesin. Tujuan utama dari FSS *Code* adalah mencegah kebakaran dan membatasi penyebarannya. FSS *Code* memberikan pedoman tentang penempatan peralatan pemadam kebakaran dalam perancangan kamar mesin kapal *tanker*. Tata letak ruang harus mendukung kinerja sistem. Selain itu, FSS *Code* mengatur akses ke peralatan pemadam kebakaran.

Penggunaan FSS *Code* dalam tata letak kamar mesin berdampak langsung pada keselamatan awak kapal. Tata letak kamar mesin harus memastikan bahwa peralatan pemadam dapat diakses dengan cepat karena penempatan sistem pemadam kebakaran yang tidak tepat dapat menghambat penanggulangan kebakaran. FSS *Code* juga membagi zona kebakaran kapal. Pembagian zona ini dilakukan untuk membatasi penyebaran api dan panas. Selain itu, FSS *Code* memerlukan sistem pengendalian panas dan asap.

Tabel 2. 5 *Fire Safety Systems (*FSS*)*

No	*Rules*	Isi Regulasi	Keterangan
1	*Chapter 3, Sec. 3.2*	Mengatur perlengkapan perlindungan personel terhadap bahaya kebakaran..	Mendukung analisis keselamatan awak kapal di area kamar mesin.
2	*Chapter 4, Sec. 4.3*	Mengatur jumlah dan penempatan *fire extinguisher portabel.*	Digunakan untuk mengevaluasi keterjangkauan

No	*Rules*	Isi Regulasi	Keterangan
			APAR dari area kerja kamar mesin.
3	*Chapter 8, Sec. 8.2*	Mengatur persyaratan sistem *sprinkler* otomatis dan sistem alarm kebakaran.	Relevan untuk evaluasi sistem proteksi aktif dan peringatan dini kebakaran di kamar mesin.
4	*Chapter 9, Sec. 9.2*	Mengatur sistem deteksi dan alarm kebakaran tetap.	Mendukung analisis kesiapan deteksi kebakaran di ruang mesin.
5	*Chapter I1, Sec. 11.2*	Mengatur penempatan dan fungsi *low-location lighting* pada jalur evakuasi.	Sangat relevan terhadap efektivitas jalur evakuasi dalam kondisi visibilitas rendah.
6	*Chapter 12, Sec. 12.2*	Mengatur kapasitas dan keandalan pompa kebakaran darurat.	Digunakan untuk evaluasi kesiapan sistem pemadam kebakaran darurat.
7	*Chapter 13, Sec. 13.2*	Mengatur sistem busa tetap untuk pemadaman kebakaran pada kapal *tanker*.	Mendukung analisis keselamatan kebakaran spesifik kapal *tanker*.

(Sumber : *(IMO Publications and Documents - International Codes* - FSS *Code - Fire Safety Systems – Resolution MSC.98(73) - Annex - International Code For Fire Safety Systems,* 2002)

*2.11.4 Life Saving Appliances (*LSA*) Code*

Life Saving Appliances (LSA) mengatur perlengkapan keselamatan jiwa di kapal. Kode ini mencakup standar teknis untuk alat penyelamat, peralatan evakuasi, dan akses ke lokasi penyelamatan. LSA *Code* memastikan bahwa awak kapal dapat keluar dari area berisiko menuju area aman. Tata letak kamar mesin kapal *tanker* harus memberikan akses yang jelas dan cepat ke jalur pelolosan diri. LSA *Code* menegaskan bahwa keterjangkauan peralatan keselamatan sangat penting. Dalam situasi darurat, peralatan tersebut harus mudah diakses. Ini juga menandai jalur evakuasi.

Efek evakuasi awak kapal berkorelasi positif dengan penerapan LSA *Code* pada desain kamar mesin. Kondisi darurat seperti asap dan panas harus dipertimbangkan saat menempatkan jalur evakuasi. Tata letak yang buruk dapat menghambat akses ke peralatan keselamatan jiwa. Oleh karena itu, dalam menilai tata letak kamar mesin, persyaratan LSA *Code* harus diperhatikan. Ini mengatur distribusi dan kapasitas perlengkapan keselamatan di kapal. Distribusi yang tidak merata dapat membuat evakuasi lebih lama. Oleh karena itu, optimalisasi tata letak kamar mesin harus mempertimbangkan semua ketentuan LSA *Code*. Hal ini memastikan bahwa desain aman dan sesuai dengan standar global.

Tabel 2. 6 *Life Saving Appliances (*LSA*)*

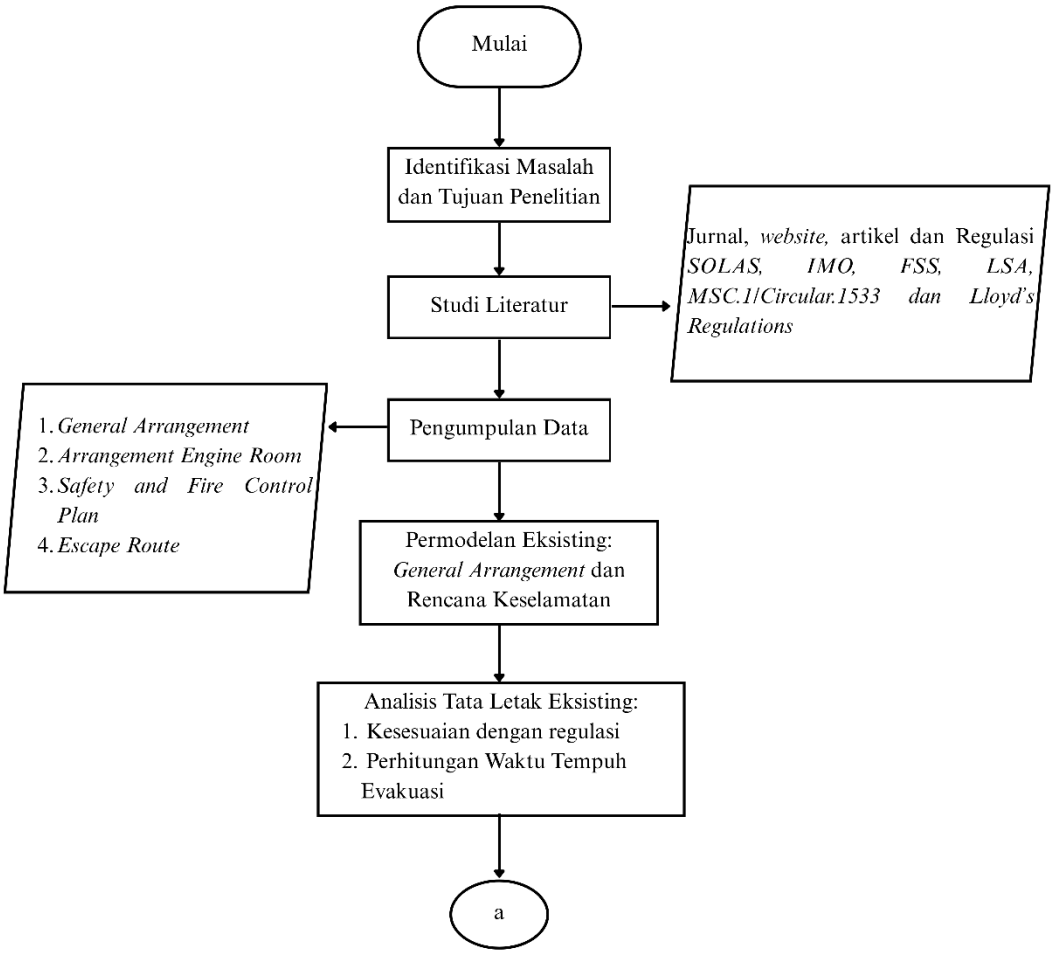
No	*Rules*	Isi Regulasi	Keterangan
1	*Chapter 3, Sec. 2.2*	Mengatur persyaratan alat keselamatan jiwa individu.	Digunakan untuk menilai ketersediaan dan akses alat keselamatan jiwa bagi awak kapal.
2	*Chapter 4, Sec. 7.1*	Mengatur peralatan keselamatan jiwa lainnya seperti *lifebuoy* dan *line-throwing appliance.*	Mendukung analisis keterjangkauan peralatan keselamatan jiwa dalam proses evakuasi.

(Sumber : *(IMO Publications and Documents - International Codes* - LSA *Code - International Life-Saving Appliance Code – Resolution MSC.48(66)*, 1998)

(Hal ini sengaja dikosongkan)

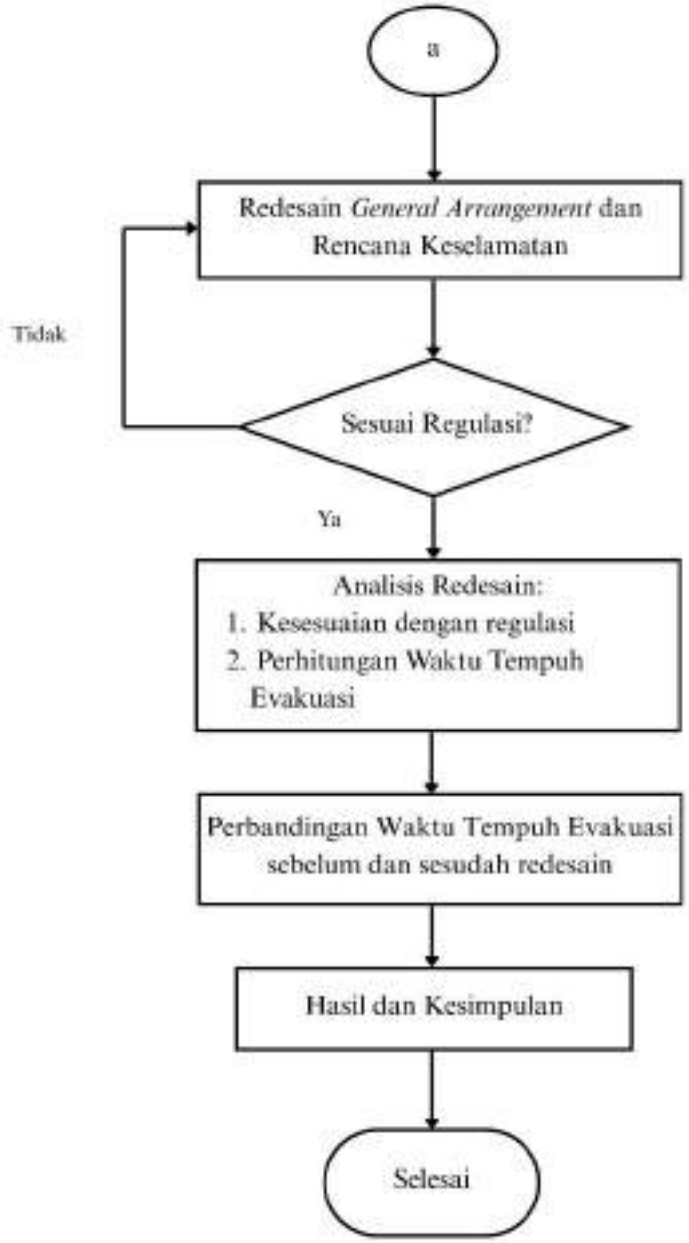
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

(Sumber : Penulis, 2026)



Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alur Penelitian

(Sumber : Penulis, 2026)

3.2 Langkah Penelitian

3.2.1 Identifikasi Masalah dan Perumusan Tujuan Penelitian

Tahap awal penelitian diawali dengan identifikasi masalah yang berkaitan dengan kondisi tata letak kamar mesin dan rencana keselamatan eksisting pada kapal *tanker*. Identifikasi dilakukan untuk mengetahui potensi ketidaksesuaian terhadap standar *class* dan regulasi keselamatan. Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, selanjutnya dirumuskan tujuan penelitian, yaitu menganalisis kesesuaian desain eksisting, menghitung waktu tempuh evakuasi, serta menyusun redesain tata letak dan rencana keselamatan yang memenuhi regulasi dan lebih optimal.

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teoritis dan acuan teknis yang digunakan dalam penelitian. Literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku referensi, *website* resmi, artikel teknis, serta regulasi keselamatan internasional dan aturan *class*. Regulasi yang dijadikan acuan antara lain SOLAS, ketentuan dari IMO, FSS *Code*, LSA *Code*, MSC.1/*Circular*.1533, serta Lloyd's Register *Rules and Regulations*. Studi literatur ini digunakan sebagai dasar dalam proses analisis kesesuaian desain, penentuan kriteria keselamatan, serta evaluasi hasil redesain.

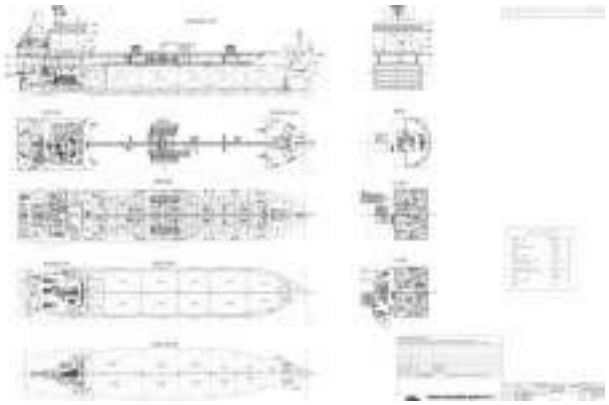
3.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai dasar analisis dan perancangan. Data yang dikumpulkan meliputi:

(1) *General Arrangement* Kapal *Tanker* 6200 DWT

General Arrangement pada Gambar 3.3 digunakan untuk memperoleh gambaran tata letak umum kapal, pembagian ruang/kompartemen, konfigurasi antar-*deck*, serta keterhubungan ruang yang relevan terhadap pergerakan awak dari area kerja menuju area aman. *General Arrangement*

menjadi acuan awal dalam menentukan batas area, titik awal evakuasi, serta konektivitas rute antar tingkat/*deck*.



Gambar 3. 3 General Arrangement

(Sumber: PT. Galangan Kapal XX, 2010)

(2) Arrangement Engine Room

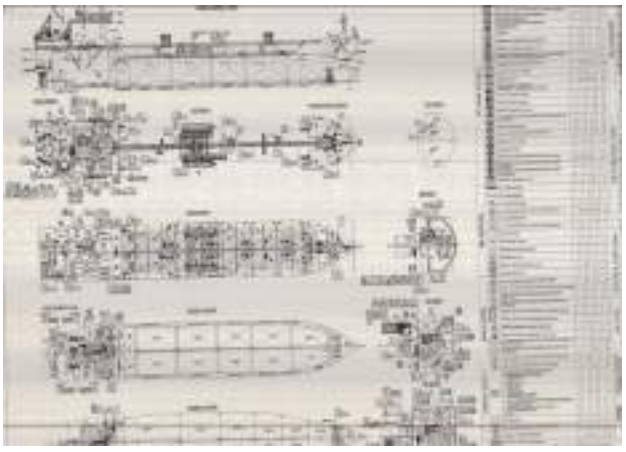
Gambar 3.4 menampilkan tata letak kamar mesin digunakan untuk mengidentifikasi kondisi tata ruang kamar mesin, termasuk posisi peralatan utama dan bantu, jalur akses kerja, akses naik turun, pintu, serta potensi hambatan fisik pada lintasan pergerakan. Gambar ini menjadi sumber utama dalam penentuan potensi titik penyempitan (*bottleneck)* dan area kritis yang berpengaruh terhadap efektivitas evakuasi dan keselamatan kerja.

Gambar 3. 4 Arrangement Engine Room

(Sumber: PT. Galangan Kapal XX, 2010)

(3) Safety and Fire Control Plan

Gambar 3.5 merupakan *safety and fire control plan* digunakan untuk memetakan sistem keselamatan dan pengendalian kebakaran, termasuk distribusi peralatan proteksi kebakaran, titik pengendalian dan pemutusan, serta elemen keselamatan lain yang relevan. Gambar 3.5 ini berfungsi sebagai dasar evaluasi keterjangkauan peralatan keselamatan dari area kamar mesin dan sebagai acuan saat penyusunan redesain rencana keselamatan agar tetap memenuhi ketentuan regulasi.

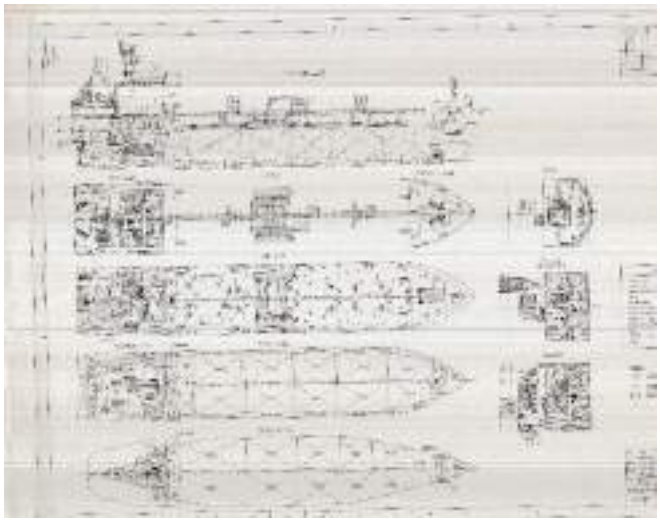


Gambar 3. 5 Safety and Fire Control Plan

(Sumber: PT. Galangan Kapal XX, 2010)

(4) Escape Route Plan

Gambar 3.6 merupakan *Escape route plan* digunakan untuk mengidentifikasi jalur evakuasi eksisting, arah pergerakan, akses vertikal (tangga), pintu keluar, serta keterhubungan menuju titik aman. Gambar 3.6 ini menjadi dasar penyusunan skenario lintasan evakuasi dan pembagian rute ke dalam beberapa bagian lintasan untuk perhitungan jarak serta estimasi waktu tempuh evakuasi.



Gambar 3. 6 Escape Route

(Sumber: PT. Galangan Kapal XX, 2010)

Data tersebut diperoleh dari dokumen teknis kapal dan digunakan sebagai dasar dalam pemodelan kondisi eksisting serta evaluasi sistem keselamatan.

3.2.4 Permodelan

Pada tahap ini dilakukan permodelan kondisi eksisting kapal berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Permodelan mencakup *general arrangement* dan rencana keselamatan kamar mesin. Permodelan ini bertujuan untuk merepresentasikan kondisi aktual kapal sehingga dapat dianalisis kesesuaiannya terhadap regulasi dan digunakan sebagai pembanding terhadap hasil redesain.

3.2.5 Analisis Tata Letak Eksisting

Analisis dilakukan terhadap tata letak kamar mesin yang ada dengan meninjau kesesuaian desain kamar mesin terhadap standar klasifikasi kapal serta menganalisis efisiensi waktu tempuh evakuasi awak kapal. Dilakukan perhitungan waktu tempuh evakuasi untuk mengetahui tingkat efisiensi jalur evakuasi eksisting. Rumus dan tahap perhitungan waktu tempuh evakuasi mengacu pada Pembahasan 2.5. Hasil analisis ini digunakan untuk

mengidentifikasi kelemahan desain yang perlu diperbaiki melalui proses redesain.

3.2.6 Redesain *General Arrangement* dan Rencana Keselamatan

Berdasarkan hasil analisis tata letak eksisting, dilakukan redesain general arrangement dan rencana keselamatan kamar mesin. Redesain bertujuan untuk memperbaiki ketidaksesuaian terhadap regulasi serta meningkatkan efisiensi jalur evakuasi. Pada tahap ini, desain yang dihasilkan akan dievaluasi kembali untuk memastikan kesesuaiannya dengan regulasi yang berlaku.

3.2.7 Evaluasi Kesesuaian Redesain terhadap Regulasi

Setelah redesain dilakukan, dilakukan pengecekan apakah desain yang diusulkan telah sesuai dengan regulasi dan standar *class*.

a) Jika **belum memenuhi regulasi dan standar**, maka dilakukan perbaikan dan penyesuaian ulang.

b) Jika **sudah memenuhi regulasi dan standar**, maka penelitian dapat dilajutkan ke tahap berikutnya.

3.2.8 Analisis Redesain

Analisis redesain dilakukan dengan metode yang sama seperti analisis eksisting, yaitu analisis kesesuaian terhadap regulasi serta perhitungan waktu tempuh evakuasi. Hasil analisis ini dibandingkan dengan kondisi eksisting untuk mengetahui peningkatan tingkat keselamatan dan efisiensi evakuasi yang dihasilkan oleh redesain.

3.2.9 Perbandingan Waktu Tempuh Evakuasi

Tahap selanjutnya adalah membandingkan waktu tempuh evakuasi antara kondisi sebelum dan sesudah dilakukan redesain. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas redesain dalam meningkatkan keselamatan dan memperpendek waktu evakuasi.

3.2.10 Hasil dan Kesimpulan

Tahap akhir penelitian adalah penyusunan hasil dan kesimpulan. Pada tahap ini disajikan perbandingan antara kondisi eksisting dan hasil redesain, evaluasi tingkat keselamatan, serta pencapaian tujuan penelitian. Kesimpulan disusun berdasarkan seluruh hasil analisis yang telah dilakukan.

BAB IV
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Utama Kapal dan Kondisi Eksisting Kamar Mesin

Kapal yang digunakan sebagai objek dalam penelitian ini merupakan kapal *tanker* dengan kapasitas 6200 DWT. Kapal *tanker* ini dirancang untuk mengangkut muatan cair berupa minyak atau produk turunannya, sehingga memiliki tingkat risiko keselamatan yang tinggi, khususnya pada area kamar mesin. Berdasarkan data kapal, dimensi utama kapal yang digunakan sebagai acuan analisis sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Data Utama Kapal *Tanker*

MAIN DIMENSIONS		
Length O.A	100,00	m
Length B.P	95,00	m
Moulded Breadth	16,98	m
Depth	8,60	m
Draft	6,20	m
Crew	18	Orang

(Sumber: PT. Galangan Kapal XX, 2010)

Kamar mesin terletak pada bagian buritan kapal dan terdiri dari beberapa *level deck* yang saling terhubung melalui tangga vertikal. Secara umum, kamar mesin berfungsi sebagai pusat operasional kapal yang mencakup sistem permesinan utama, permesinan bantu, sistem perpipaan, serta instalasi kelistrikan. Berdasarkan data gambar *General Arrangement* dan *Engine Room Arrangement*, diketahui bahwa kondisi eksisting kamar mesin memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Jalur akses yang terbatas pada beberapa area.
2. Jalur evakuasi yang tidak sepenuhnya lurus.
3. Adanya hambatan fisik berupa pipa dan *equipment* besar.

Selain itu, dari hasil pengamatan terhadap tata letak eksisting, ditemukan bahwa terdapat beberapa tangga vertikal yang memiliki lebar relatif sempit dan posisinya terlalu berdekatan dengan peralatan di sekitarnya. Kondisi ini menyebabkan ruang gerak awak kapal menjadi terbatas, terutama

saat melakukan operasional dan *maintenance*. Jarak antara tangga dengan *equipment* seperti pipa, pompa, maupun struktur pendukung lainnya yang terlalu rapat berpotensi menimbulkan risiko tersangkut atau terhalang saat proses evakuasi berlangsung.

Keberadaan tangga yang sempit dan berdempetan dengan *equipment* juga dapat menimbulkan potensi *bottleneck*, terutama ketika beberapa awak kapal melakukan evakuasi secara bersamaan dalam kondisi darurat. Pada situasi dengan visibilitas rendah akibat asap atau kegagalan pencahayaan, kondisi ini dapat memperlambat waktu tempuh evakuasi secara signifikan serta meningkatkan risiko kecelakaan kerja.

Secara keseluruhan, kondisi eksisting kamar mesin menunjukkan bahwa tata letak ruang belum sepenuhnya memperhatikan aspek keselamatan, khususnya pada jalur akses vertikal. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut dan usulan redesain untuk meningkatkan efektivitas jalur evakuasi serta menjamin keselamatan awak kapal sesuai dengan standar regulasi yang berlaku.

4.2 *General Arrangement* Kamar Mesin

Berdasarkan gambar *general arrangement* kamar mesin, tata letak ruang menunjukkan adanya pengelompokan peralatan utama dan pendukung yang terintegrasi dalam satu sistem operasional. Kamar mesin terdiri dari beberapa zona utama yang meliputi area mesin induk (*main engine*), area mesin bantu (*auxiliary machinery*), sistem perpipaan, serta area distribusi energi listrik. Mesin induk sebagai komponen utama penggerak kapal ditempatkan pada bagian tengah bawah kamar mesin, dengan dimensi yang besar sehingga secara langsung mempengaruhi konfigurasi tata letak peralatan di sekitarnya. Di sekitar mesin induk terdapat berbagai mesin bantu seperti generator, boiler, serta sistem pompa yang berfungsi mendukung kinerja operasional kapal secara keseluruhan.

4.3 Alat Keselamatan Kamar Mesin

Alat keselamatan kamar mesin (*Engine Room Safety dan Fire Control Plan*) merupakan bagian krusial dari sistem keselamatan kapal yang memuat instruksi, letak strategis, dan spesifikasi peralatan untuk mencegah serta menanggulangi kondisi darurat di area permesinan. Salah satu contoh visualisasi dari *safety dan fire control plan* ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing komponen perlengkapan keselamatan tersebut:

a. Life Saving Appliances

Merupakan perangkat yang secara khusus dirancang untuk menyelamatkan nyawa awak kapal saat terjadi keadaan darurat. Di area kamar mesin, peralatan ini umumnya mencakup *Emergency Escape Breathing Device* (EEBD) untuk membantu awak kapal bernapas saat mengevakuasi diri dari ruangan yang penuh asap, serta baju pelampung (*lifejacket*) darurat. Peralatan ini didistribusikan pada area *double bottom machinery flat, main deck, poop deck, A deck* dan *B deck* dengan rincian sebanyak 25 unit EEBD dan 20 unit *lifejacket*.

b. Fire Protection

Merupakan metode proteksi pasif dan desain struktural yang bertujuan untuk menahan atau mencegah penyebaran api dan asap dari kamar mesin ke kompartemen lain. Sistem ini mencakup penggunaan sekat isolasi tahan api, pintu kedap api (*fire doors*), dan material struktural yang tidak mudah terbakar. Sistem proteksi pasif ini diterapkan di area *main deck, poop deck, a deck,* dan *b deck* dengan total 8 unit peralatan yang terpasang.

c. Remote Control

Merupakan sistem pengoperasian mekanis atau elektrik yang memungkinkan awak kapal untuk menghentikan operasi peralatan kritis dari luar kamar mesin saat terjadi kebakaran. Sistem ini mencakup tombol darurat untuk mematikan pompa bahan bakar, pompa minyak pelumas, dan kipas ventilasi guna memutus pasokan bahan bakar dan

oksigen yang dapat membesarkan api. Panel kontrol dan tombol darurat dari sistem ini letaknya tersebar di area *main deck, poop deck, A deck,* dan *B deck* dengan total keseluruhan sebanyak 32 unit.

d. Fireman's Outfitt

Merupakan setelan pakaian pelindung khusus yang tahan terhadap suhu panas, dilengkapi dengan helm, sepatu bot, sarung tangan, kapak, dan *Self-Contained Breathing Apparatus* (SCBA). Pakaian ini dikenakan oleh kru terlatih untuk memasuki kamar mesin yang terbakar guna melakukan upaya pemadaman dan penyelamatan. Perlengkapan *fireman's outfit* ini disimpan secara khusus pada stasiun darurat dengan rincian sebanyak 2 set di area *poop deck* dan 2 set di *B deck*.

e. Fire Extinguisher

Merupakan perangkat pemadam api portabel yang dioperasikan secara manual untuk memadamkan titik api berskala kecil pada tahap awal. APAR yang didistribusikan di area kamar mesin umumnya menggunakan media busa (*foam*), bubuk kimia kering (*dry chemical powder*), atau gas CO2. Perangkat keselamatan ini ditempatkan secara tersebar mulai dari area *double bottom, machinery flat, main deck, poop deck, A deck,* hingga *B deck* dengan total keseluruhan sebanyak 41 unit.

f. Fire Extingushing System

Merupakan instalasi sistem pemadaman utama yang terintegrasi di dalam kapal, dirancang untuk menanggulangi kebakaran yang tidak lagi dapat dikendalikan oleh APAR. Sistem ini melibatkan jaringan pipa, pompa pemadam utama (*main fire pump*), dan hidran untuk mendistribusikan media pemadam. Untuk memastikan jangkauan pancaran air yang menyeluruh, sebanyak 26 titik hidran pemadam telah disiagakan secara strategis pada area *double bottom, machinery flat, main deck, poop deck, A deck,* dan *B deck*.

g. Detecting and Alarm System

Merupakan jaringan keamanan otomatis yang terdiri dari berbagai sensor, seperti detektor asap (*smoke detector*), detektor panas (*heat detector*), dan detektor api (*flame detector*). Sistem ini berfungsi

mengidentifikasi indikasi kebakaran secara dini dan secara otomatis mengaktifkan peringatan berupa sinyal audio dan visual bagi seluruh awak kapal. Jaringan sensor ini dipasang secara menyeluruh mulai dari area *double bottom, machinery flat, main deck, poop deck, A deck,* hingga *B deck* dengan total keseluruhan sebanyak 120 titik detektor.

h. CO2 System

Merupakan sistem pemadaman kebakaran utama (*fixed fire extinguishing system*) yang bekerja dengan cara melepaskan gas karbon dioksida (CO2) dalam volume besar secara serentak ke dalam ruang kamar mesin yang tertutup (*total flooding*). Gas CO2 berfungsi untuk menghilangkan unsur oksigen dari segitiga api sehingga pembakaran dapat dihentikan dengan cepat. Cakupan perlindungan gas CO2 ini dirancang untuk menjangkau seluruh tingkatan geladak, dengan menempatkan sebanyak 36 titik semprotan secara strategis di area *double bottom, machinery flat, main deck, poop deck, A deck,* dan *B deck.*

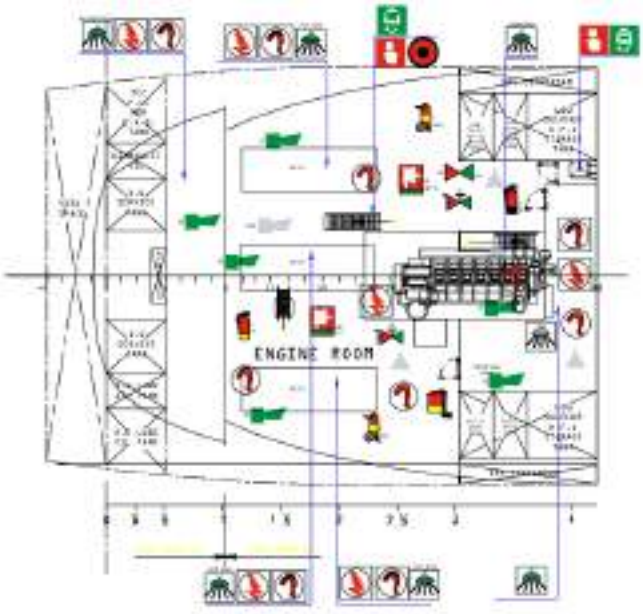
i. Fixed Local Appliances Water Mist System

Merupakan sistem pemadam kebakaran tambahan yang menyemprotkan partikel air bertekanan tinggi dalam bentuk kabut yang sangat halus (*water mist*). Sistem ini diinstalasi secara khusus untuk melindungi area dengan risiko kebakaran tinggi di dalam kamar mesin secara lokal, seperti di atas mesin induk, generator, atau *purifier* bahan bakar. Cakupan perlindungan gas CO2 ini dirancang untuk menjangkau seluruh tingkatan geladak, dengan menempatkan sebanyak 43 titik semprotan secara strategis di area *double bottom, machinery flat, main deck, poop deck, A deck,* dan *B deck.*

j. Fire Extinguishing System for Deep Fat Fryers

Merupakan sistem proteksi kebakaran khusus yang umumnya menggunakan bahan kimia basah (*wet chemical*) untuk menanggulangi kebakaran akibat suhu tinggi. Sistem alarm dan perlindungannya sering terintegrasi dengan rencana keselamatan mekanis kapal secara keseluruhan. Sistem pemadam kimia basah ini

disiagakan untuk melindungi area yang terletak di *poop deck*, dengan total keseluruhan sebanyak 2 unit sistem.



Gambar 4. 1 Safety and Fire Control Plan (Machinery Flat)

(Sumber: penulis, 2026)

4.4 Tinjauan Regulasi Internasional

Regulasi internasional menjadi dasar dalam analisis dan redesain. Ketentuan dari SOLAS menekankan pentingnya jalur evakuasi yang aman, sistem deteksi kebakaran yang cepat, serta sistem pemadam yang efektif. FSS *Code* memberikan standar teknis, sedangkan LSA *Code* memastikan ketersediaan peralatan keselamatan jiwa. *Rules* dari LR melengkapi dengan panduan desain teknis.

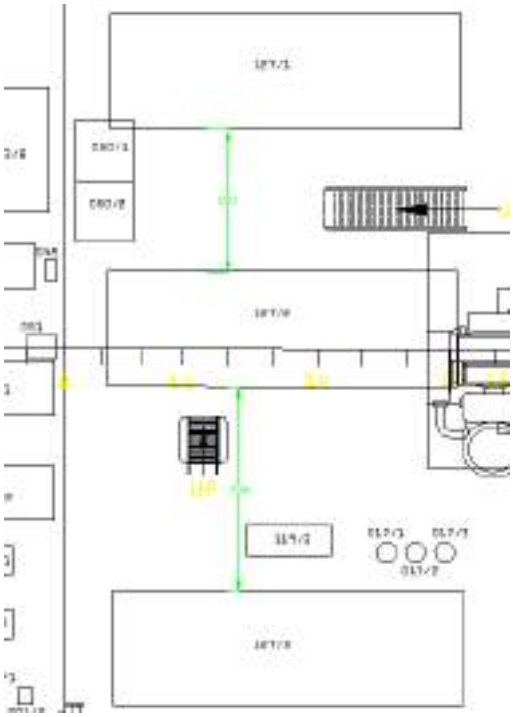
4.5 Analisis Kondisi dan Permasalahan

4.5.1 Analisis Faktor Aksesibilitas Kerja

Berdasarkan hasil analisis terhadap kondisi eksisting tata letak kamar mesin, ditemukan beberapa ketidaksesuaian tata letak yang berpotensi melanggar standar regulasi, baik dari segi operasional mesin maupun keselamatan kru kapal. Namun, sebagai pengecualian, hasil analisis juga menunjukkan bahwa penempatan dan jarak bebas (*clearance*) pada ketiga *diesel generator* telah

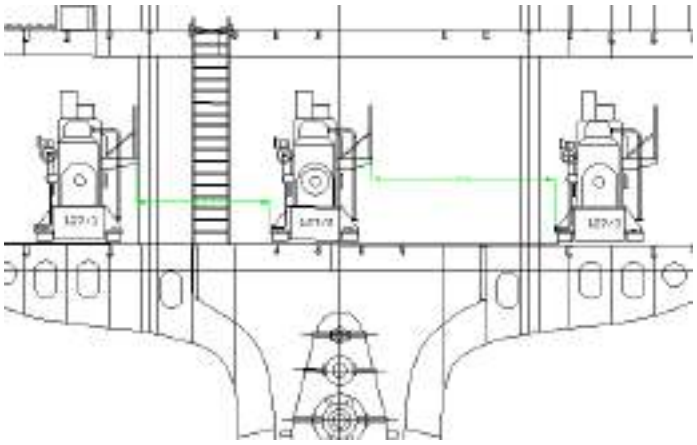
terpasang sesuai dengan standar regulasi yang dipersyaratkan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan 4.3. Kesesuaian ini didasarkan pada ketentuan dalam IMO MSC/*Circ*.834 *Guidelines for Engine-Room Layout, Design and Arrangement*, khususnya pada poin 6.3.5. Dalam pedoman tersebut dijelaskan bahwa tata letak ruang mesin yang mencakup mesin penggerak utama, ketel uap, unit bahan bakar, perlengkapan listrik utama, hingga generator—harus menyediakan ruang yang memadai agar aktivitas pemeliharaan, perbaikan, dan pembersihan dapat dilaksanakan secara aman, efektif, dan tanpa hambatan, sehingga risiko cedera terhadap personel dapat diminimalkan (MSC/Circular.834, 1998).

Meskipun ketentuan IMO MSC/*Circ*.834 mewajibkan penyediaan ruang kerja yang memadai, pedoman tersebut tidak memberikan persyaratan berupa parameter spesifik mengenai jarak bebas (*maintenance clearance*) yang harus dipenuhi. Oleh karena itu, guna mengevaluasi kecukupan ruang di sekitar *diesel generator* tersebut secara kuantitatif, penelitian ini menggunakan rekomendasi teknis dari *Wärtsilä Product Guide* yang menyarankan ruang kerja bebas minimum sebesar 1000 mm di sekeliling mesin. Pendekatan ini dijadikan sebagai dasar acuan implementasi mengingat belum tersedianya ukuran parameter maupun dokumen teknis yang dapat diakses secara terbuka dari pabrikan Daihatsu untuk *diesel generator* tipe 6DK-20 berkapasitas 750 kVA dengan putaran 720 rpm. Selanjutnya, masing-masing ketidaksesuaian tata letak yang telah diidentifikasi akan dibahas secara lebih rinci pada subbab berikut.



Gambar 4. 2 Machinery Flat (Eksisting)

(Sumber: penulis, 2026)



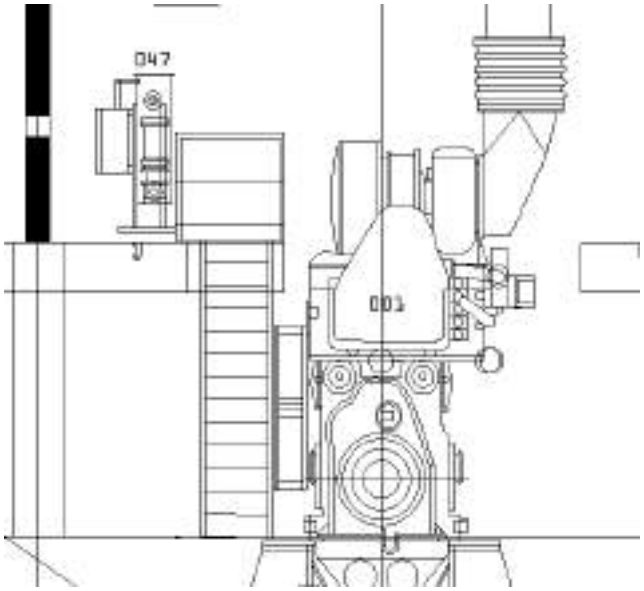
Gambar 4. 3 Transversal Section Frame 14 (Eksisting)

(Sumber: penulis, 2026)

a. Permasalahan pertama ini mengidentifikasi adanya ketidaksesuaian pada area *Main Engine*, yang meliputi aspek perbedaan data antar-revisi *drawing* serta ketidaksesuaian aturan jarak bebas minimal untuk pemeliharaan mesin, dengan rincian sebagai berikut:

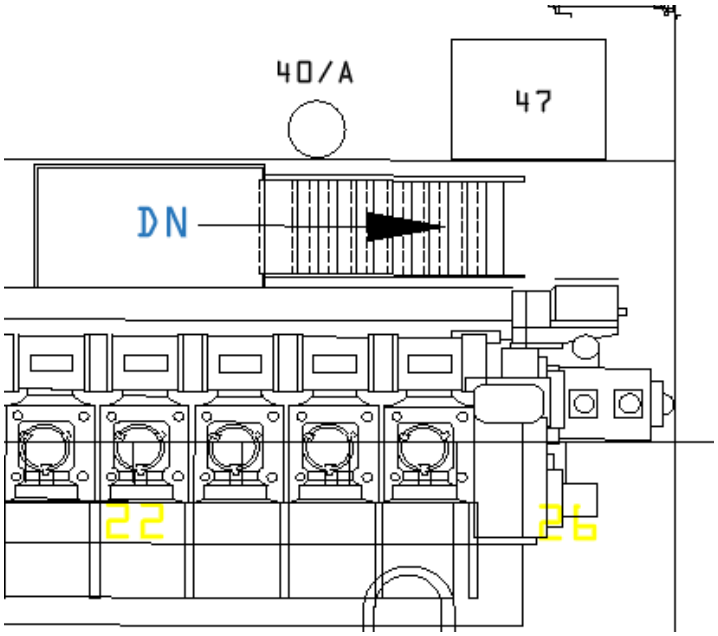
1) Merujuk pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5, terdapat perbedaan informasi antara *drawing* revisi 1 dan revisi 2. Pada gambar revisi 1 (*transversal section frame* 20-22), *Equipment* 047 (*HT FW Cooling Pre Heater*) berada pada *frame* 20-22. Selain itu, ketidakkonsistenan lain pada revisi 1 juga terlihat pada gambar *longitudinal section on C.L (PS)* (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6), di mana *equipment* 047 justru berada pada rentang *frame* 23-24. Namun, merujuk pada drawing revisi 2 (*machinery flat*) yang menjadi acuan pembaruan, letak *equipment* tersebut seharusnya berada pada rentang *frame* 25-27.
2) Setelah tata letak disesuaikan dengan revisi 2, ditemukan benturan ruang (*clash*) antara struktur akses (tangga) dengan *Main Engine* (001) pada *transversal section* 20-22. Jarak antara tangga dengan badan mesin hanya sebesar 19 mm. Kondisi ini melanggar ketentuan spesifikasi dari *maker* mesin (*Project Guide*) dan standar klasifikasi (seperti Lloyd's Register) mengenai *space requirement for maintenance*. Aturan tersebut mewajibkan adanya area bebas minimal sejauh 1600 mm dari *Center Line* (CL) ke sisi kiri, dan 1900 mm dari CL ke sisi kanan. Kondisi benturan beserta detail jarak yang melanggar ketentuan tersebut dapat dilihat secara lebih jelas pada Gambar 4.7.
3) Jarak 19 mm tersebut secara praktis menutup akses kru kapal. Hal ini menyebabkan proses inspeksi harian, perawatan rutin, hingga proses *overhaul* (pembongkaran komponen) di sisi mesin tersebut

tidak mungkin dilakukan tanpa membongkar struktur tangga terlebih dahulu, sehingga menurunkan efisiensi kerja.



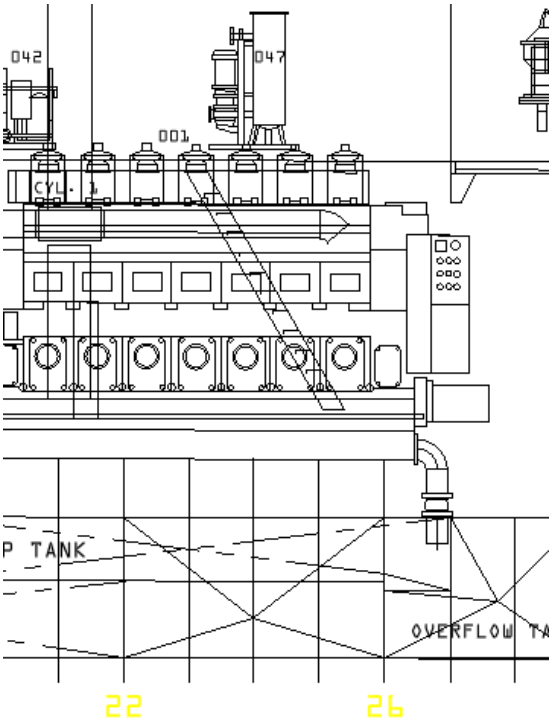
Gambar 4. 4 Transversal Section Frame 20-22 (Eksisting)

(Sumber: penulis, 2026)



Gambar 4. 5 Machinery Flat (Eksisting)

(Sumber: penulis, 2026)



Gambar 4. 6 Longitudinal Section On C.L PS (Eksisting)

(Sumber: penulis, 2026)

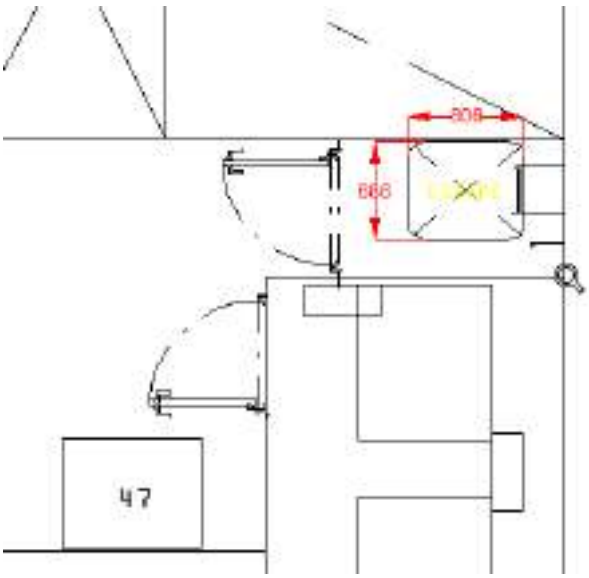
b. Permasalahan kedua ini mengidentifikasi adanya ketidaksesuaian pada sarana penyelamatan diri, yang meliputi aspek lebar tangga *escape route* yang tidak memenuhi standar MSC.1/*Circ*.1511 serta ketidaksesuaian dimensi penutup *hatch* di atas *escape trunk* berdasarkan SOLAS *Chapter II-2*, dengan rincian sebagai berikut:

1) Pengukuran pada geladak *machinery flat* menunjukkan bahwa penutup *hatch* di atas *escape trunk* memiliki dimensi sebesar 806 mm x 686 mm (Gambar 4.7). Jika merujuk pada regulasi SOLAS *Chapter II-2*, setiap jalur evakuasi yang melalui *hatch* atau bukaan geladak idealnya memiliki dimensi bersih (*clear opening*) minimal 800 mm x 800 mm. Walaupun salah satu sisinya (806 mm) sudah memenuhi batas

minimum, penyempitan pada sisi lainnya (686 mm) membuat penutup *hatch* ini secara aturan dikategorikan tidak memenuhi standar.

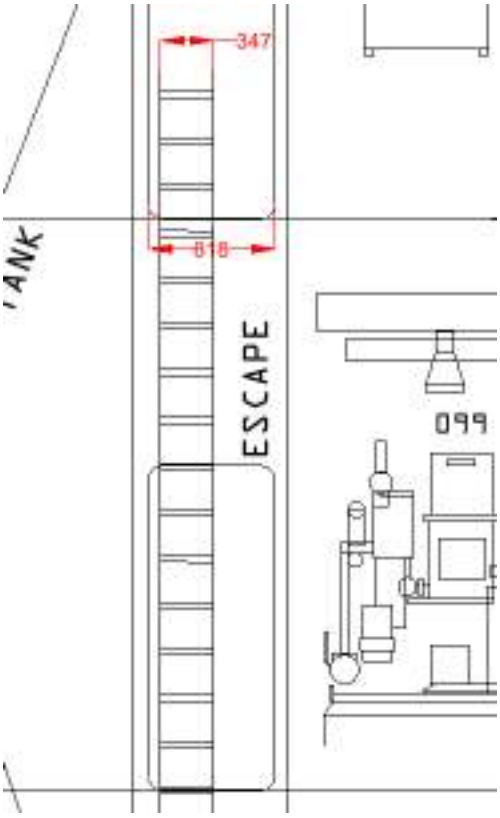
2) Pengukuran komponen tangga di dalam *escape trunk* khususnya pada *transversal section frame* 28-30 menghasilkan lebar bersih sebesar 347 mm (gambar 4.8). Menurut aturan MSC.1/*Circ*.1511, lebar bersih minimum untuk tangga darurat adalah 600 mm (MSC.1/Circular.1511, 2015). Dengan demikian, terdapat defisit atau kekurangan lebar sebesar 253 mm pada kondisi eksisting kapal.

Secara teknis, keterbatasan dimensi ini berdampak langsung pada ruang gerak personel. Ukuran *hatch* yang menyempit di salah satu sisi (686 mm) memotong ruang bebas (*clearance*) yang dibutuhkan personel untuk meloloskan diri dengan cepat, terutama ketika kondisi darurat menuntut evakuasi dalam waktu bersamaan.



Gambar 4. 7 Machinery Flat (Eksisting)

(Sumber: penulis, 2026)



Gambar 4. 8 Transversal Section Frame 28-30 (Eksisting)

(Sumber: penulis, 2026)

4.5.2 Analisis Faktor Rencana Keselamatan

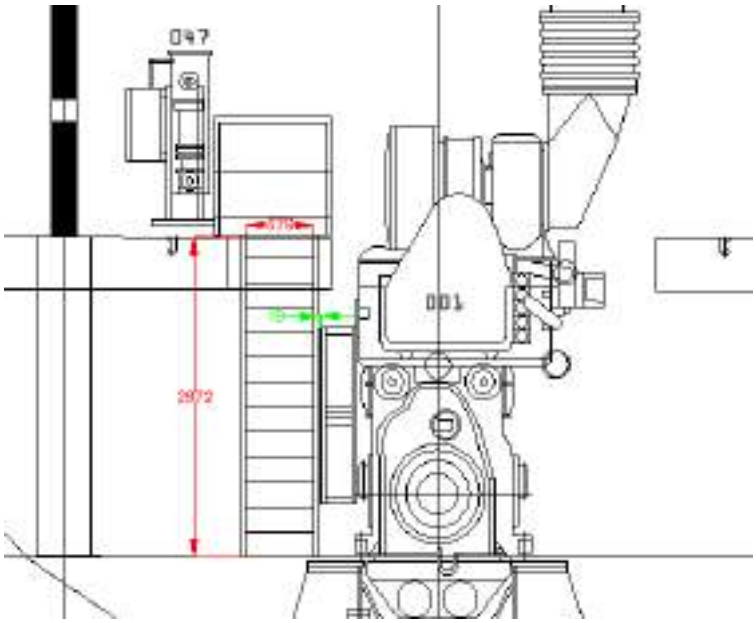
Pada tahap evaluasi *Safety and Fire Control Plan*, kondisi struktural serta tata letak peralatan keselamatan di kamar mesin secara umum tetap dipertahankan sesuai dengan kondisi eksisting. Hal ini karena kapal tidak mengalami *Major Conversion* (perombakan besar), sehingga sistem keselamatan dan pengendalian kebakaran masih mengacu pada desain awal yang telah disetujui oleh badan klasifikasi *(Class-approved).* Oleh karena itu, secara keseluruhan tata letak tersebut masih dinilai memenuhi persyaratan dan tidak memerlukan perubahan.

Namun, berdasarkan hasil evaluasi terhadap jalur evakuasi (*escape route)*, ditemukan bahwa dimensi tangga evakuasi masih belum memenuhi ketentuan yang berlaku sehingga perlu dilakukan penyesuaian. Oleh karena itu, redesain pada penelitian ini tidak

mengubah *Safety and Fire Control Plan* secara keseluruhan, tetapi hanya difokuskan pada penyesuaian dimensi tangga evakuasi. Perubahan tersebut dilakukan untuk meningkatkan kelancaran proses evakuasi kru sekaligus memastikan kesesuaiannya dengan persyaratan keselamatan yang berlaku. Adapun penjelasan lebih lanjut mengenai beberapa aspek yang belum memenuhi aturan tersebut diuraikan secara rinci pada poin-poin di bawah ini:

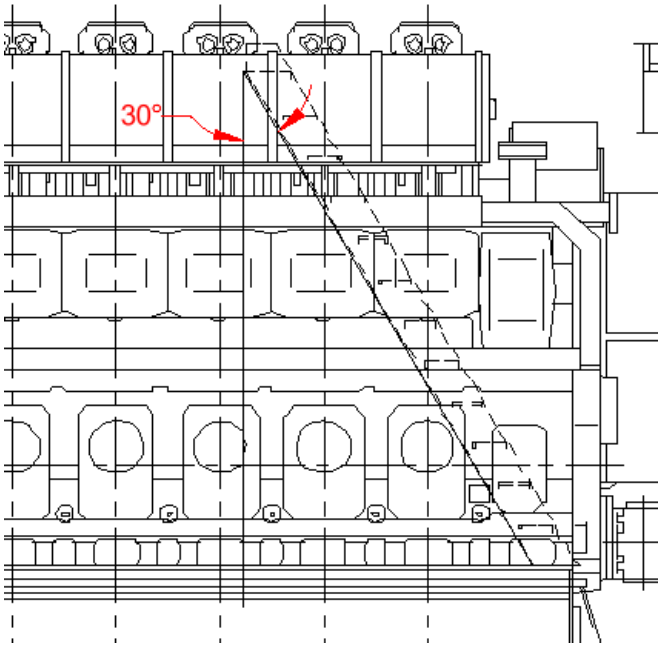
a. Selain berdampak pada operasional, tata letak tangga eksisting di area *Main Engine* juga menimbulkan masalah serius terhadap rencana keselamatan dan evakuasi:
    1) Berdasarkan dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10, pada gambar eksisting, tangga tersebut memiliki lebar 579 mm, tinggi 2672 mm, dengan sudut kemiringan 30 derajat. Meskipun sudut kemiringan masih memenuhi batas toleransi (maksimal 60 derajat untuk ruang mesin), ukuran lebar 579 mm melanggar regulasi keselamatan internasional. Berdasarkan *International Code for Fire Safety Systems* (FSS *Code*) Chapter 13 mengenai *Arrangement of Means of Escape*, tangga dan koridor yang digunakan sebagai jalur evakuasi harus memiliki lebar bersih (*clear width*) minimal 700 mm.
    2) Lebar tangga yang berada di bawah standar akan menghambat pergerakan kru, terutama saat keadaan darurat (seperti kebakaran). Kondisi ini berpotensi menciptakan *bottleneck* (penumpukan personel), khususnya jika kru menggunakan perlengkapan pemadam api atau peralatan keselamatan yang memakan ruang. Hal ini mengakibatkan *Escape Route* pada *Fire Control & Safety Plan* di area tersebut

menjadi tidak sesuai dan tidak dapat difungsikan dengan baik.



Gambar 4. 9 Transversal Section Frame 20-22 (Eksisting)

(Sumber: penulis, 2026)



Gambar 4. 10 Longitudinal Section ON C.L (PS) (Eksisting)

(Sumber: penulis, 2026)

b. Ketidaksesuaian dimensi pada aspek aksesibilitas mengakibatkan penurunan kualitas dan keandalan rencana keselamatan eksisting di kamar mesin. Berbagai dampak teknis yang memengaruhi manajemen risiko keselamatan kapal dipaparkan sebagai berikut:

1) Bukaan *hatch* yang sempit (686 mm) menyulitkan kru saat memakai perangkat pernapasan darurat seperti *Emergency Escape Breathing Device* (EEBD) atau *Self-Contained Breathing Apparatus* (SCBA). Hambatan ruang ini juga membuat proses evakuasi korban cedera menggunakan tandu (*stretcher*) dari kamar mesin menuju geladak terbuka menjadi sangat sulit dan berisiko tinggi.
2) Kombinasi tangga yang sempit dan ukuran *hatch* yang tidak standar akan memperlambat laju aliran evakuasi personel (*personnel flow rate*). Pada situasi darurat seperti kebakaran kamar mesin atau kebocoran lambung, keterlambatan ini memperbesar risiko fatalitas kru akibat paparan asap beracun, panas, atau gas berbahaya.

4.6 Solusi Redesain

Guna mengatasi permasalahan akses kerja dan ketidaksesuaian dengan regulasi keselamatan yang telah dijelaskan sebelumnya, dilakukan redesain tata letak pada *engine room*.

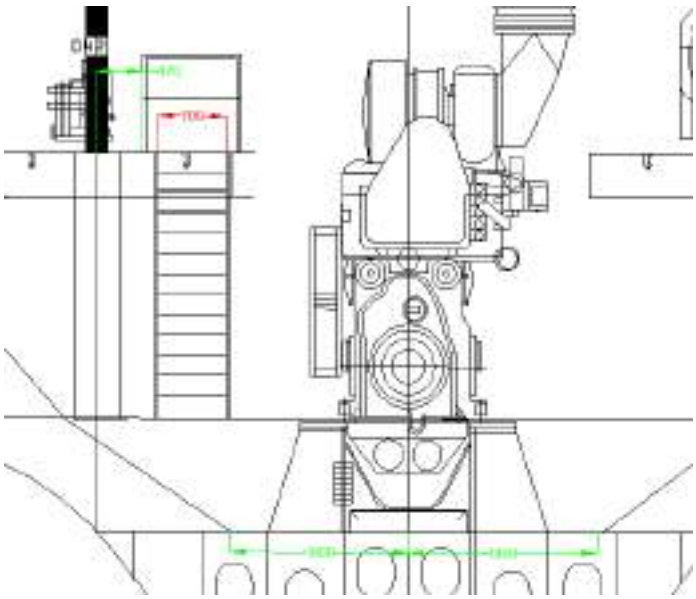
4.6.1 Redesain Arrangement Kamar Mesin

a. Solusi redesain untuk mengembalikan fungsi operasional dan kemudahan perawatan mesin (*maintenance*) adalah sebagai berikut:

1) Menghapus *HT FW Cooling Pre-Heater* (047) dari *transversal section frame* 20-22 dan memindahkannya

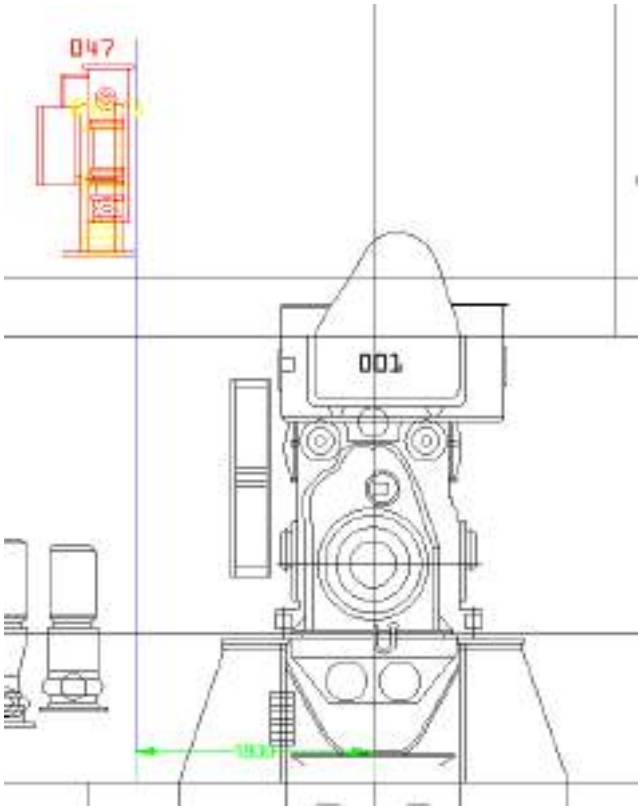
ke *transversal section* 26, sesuai dengan pembaruan pada tata letak revisi 2 yang lebih relevan. Perubahan dan perbandingan posisi komponen sebelum dan sesudah modifikasi ini dapat dilihat secara detail pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12. Selain itu, sejalan dengan *drawing* revisi 2 (*Machinery Flat*), posisi *equipment* 047 pada gambar *Longitudinal section on CL (PS)* juga mengalami pergeseran ke rentang *frame* 25-27, dapat dilihat secara detail pada Gambar 4.15.

2) Langkah pertama adalah dengan memindahkan letak tangga ke arah luar, menjauhi area *Main Engine* (Gambar 4.12). Dengan konfigurasi baru, tangga tidak lagi berada dalam area kerja kritis dan mampu menyediakan *clearance* minimal 1600 mm dari *Center Line* (CL) ke arah *portside* sesuai pedoman *project guide* (Gambar 4.13 dan 4.14). Penyesuaian ini memberikan ruang yang cukup bagi kru mesin untuk bergerak dan bekerja.



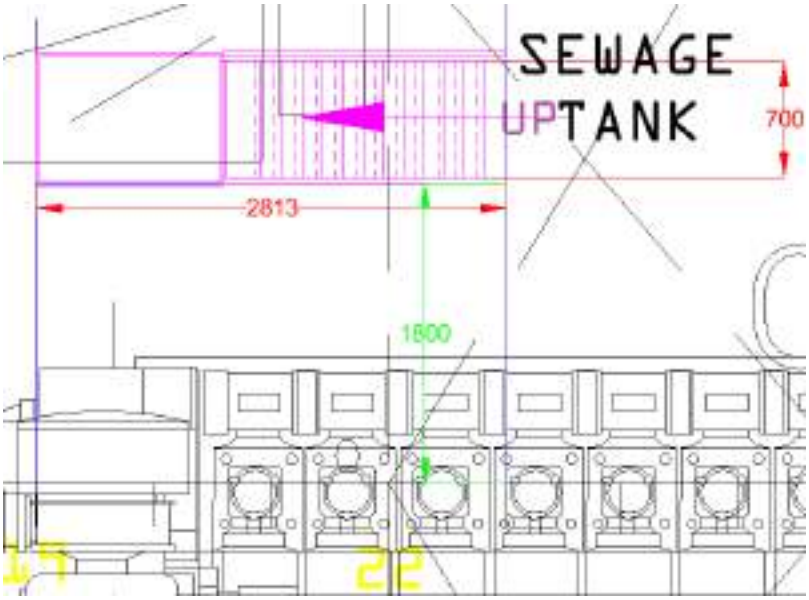
Gambar 4. 11 Transversal Section Frame 20-22 (Redesain)

(Sumber: penulis, 2026)



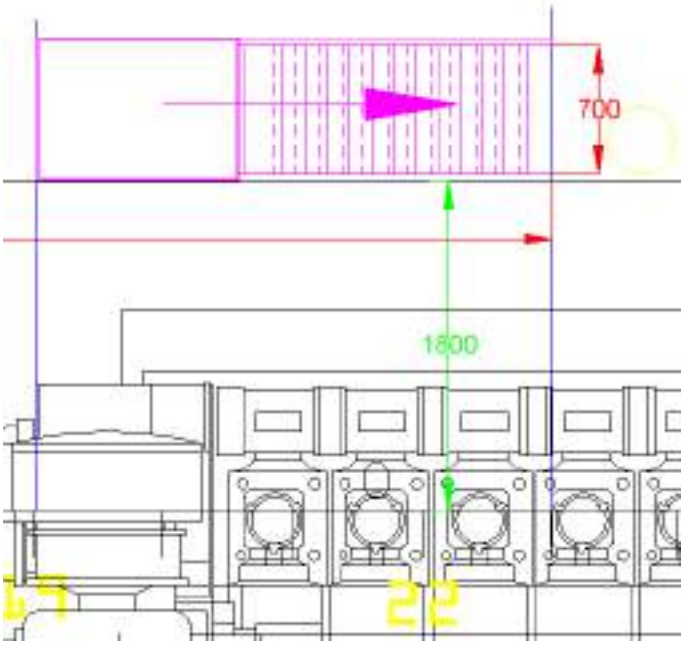
Gambar 4. 12 Transversal Section Frame 26 (Redesain)

(Sumber: penulis, 2026)



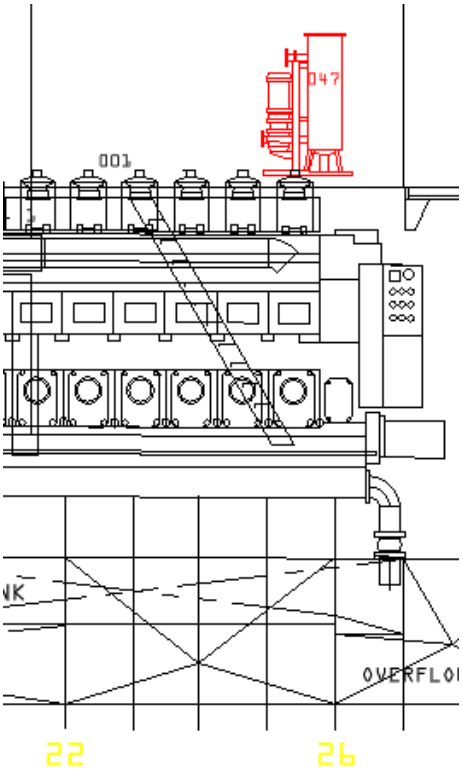
Gambar 4. 13 Floor Plan (Redesain)

(Sumber: penulis, 2026)



Gambar 4. 14 Machinery Flat (Redesain)

(Sumber: penulis, 2026)

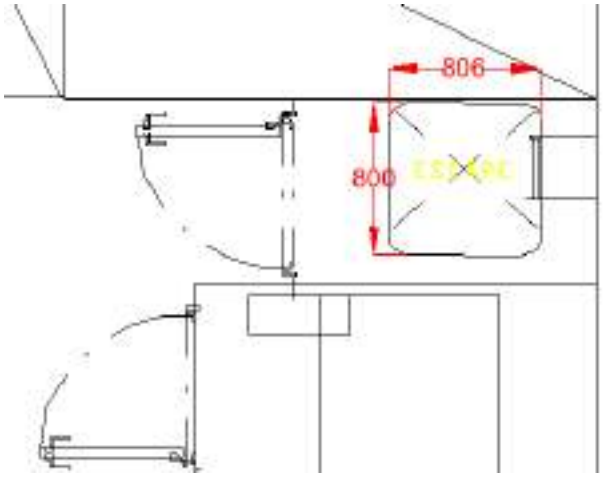


Gambar 4. 15 Longitudinal Section On CL PS (Redesain)

(Sumber: penulis, 2026)

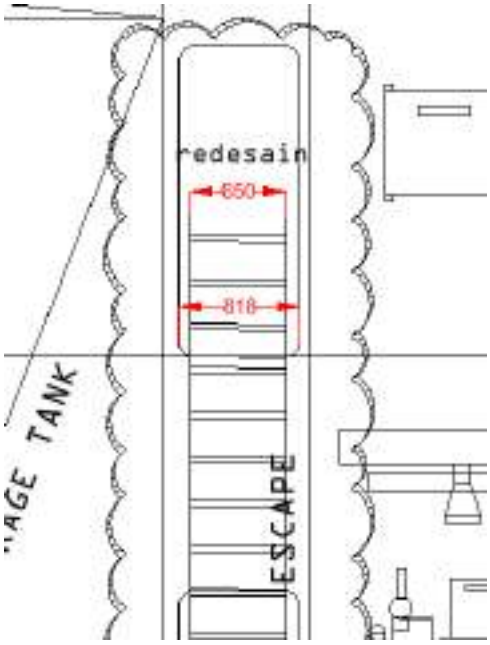
b. Redesain tata letak (*arrangement*) berfokus pada penyesuaian struktur palka dan tangga darurat, dengan mempertahankan keutuhan struktur utama kapal sesuai kondisi eksisting.

1) Redesain bukaan geladak *machinery flat* difokuskan pada penyempurnaan geometri melalui proses *deck cutting*, rekonstruksi *hatch coaming*, dan pemasangan penutup *hatch* baru sebagaimana dapat dilihat secara detail pada Gambar 4.16. Seluruh modifikasi tersebut menghasilkan bukaan bersih berukuran minimal 800 mm × 800 mm sehingga memenuhi kebutuhan ruang bebas bagi personel serta mendukung kelancaran penggunaan peralatan keselamatan.
2) Redesain mencakup perubahan tangga eksisting berlebar 347 mm pada *frame* 28–30 menjadi lebar bersih 650 mm sesuai ketentuan MSC.1/*Circ*.1511 (4.17).



Gambar 4. 16 Machinery Flat (Redesain)

(Sumber: penulis, 2026)



Gambar 4. 17 Transversal Section Frame 28-30 (Redesain)

(Sumber: penulis, 2026)

4.6.2 Redesain Rencana Keselamatan Kamar Mesin

a. Solusi redesain untuk terpenuhinya kembali kesesuaian kapal terhadap standar keselamatan, khususnya aspek keselamatan jalur evakuasi, dilakukan penataan ulang terhadap sarana tangga eksisting dengan rincian sebagai berikut:

1) Penyesuaian dimensi tangga evakuasi dilakukan dengan memperbesar lebar bersih (*clear width*) pada rancangan terbaru hingga mencapai nilai minimum yang dipersyaratkan, yaitu 700 mm.

2) Penyusunan Rekomendasi**:** Dengan terpenuhinya syarat batas minimum lebar sarana evakuasi berdasarkan analisis perhitungan jarak pada redesain, hasil penelitian ini disajikan sebagai sebuah rekomendasi teknis usulan (*design proposal***)**. Secara teoretis, jika redesain ini diimplementasikan pada proyek perbaikan kapal (*ship repair/refit*) di masa mendatang, tata letak sarana tangga yang baru telah

memenuhi syarat ketentuan internasional FSS *Code Chapter 13.*

b. Hasil redesain terhadap tata letak kompartemen selanjutnya menjadi dasar penyusunan rencana keselamatan kamar mesin yang telah diperbarui, yang meliputi:

1) Dilakukan redesain pada gambar *General Arrangement* dan *Safety Plan* kamar mesin agar sesuai dengan hasil redesain yang telah dilakukan. Revisi mencakup perubahan notasi dimensi pada area *Transversal Section frame* 28–30, yaitu dari lebar awal 347 mm menjadi lebar bersih minimal 600 mm sesuai aturan IMO MSC.1/*Circ*.1511. Langkah ini dilakukan untuk memastikan bahwa tata letak yang ditampilkan pada gambar telah menyediakan ruang yang memadai guna mendukung kelancaran aliran evakuasi personel (*personnel flow rate*) dan meminimalkan risiko fatalitas kru akibat keterlambatan *egress time*.

2) Pada gambar tata letak lantai *machinery flat*, batas bukaan (*cutting line*) palka evakuasi diperbarui menjadi 800 mm × 800 mm sesuai persyaratan SOLAS *Chapter II-2*. Redesain ini diterapkan pada gambar untuk memastikan bahwa ruang bebas (*clearance area*) di sekitar bukaan telah memenuhi kebutuhan secara geometris. Dengan demikian, hasil redesain, jalur akses yang direncanakan mampu mengakomodasi dimensi tubuh kru saat menggunakan *Emergency Escape Breathing Device (EEBD)* maupun *Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)*, serta menyediakan ruang yang cukup untuk proses evakuasi korban menggunakan

tandu (*stretcher*) tanpa mengalami gangguan dari struktur utama kapal di sekitarnya.

4.7 Analisis Waktu Tempuh Evakuasi

Pada sub bab ini, dilakukan analisis dan perhitungan Waktu Tempuh Evakuasi (WTE) di kamar mesin kapal *tanker*. Efisiensi waktu tempuh evakuasi merupakan salah satu indikator utama dalam sistem keselamatan kapal modern. Perhitungan WTE dilakukan dengan menggunakan acuan prosedur standar regulasi IMO MSC.1/*Circular*.1533. Analisis ini melibatkan beberapa variabel perhitungan yang memengaruhi aliran pergerakan seperti lebar bersih jalur (*Wc*), panjang rute (*Length*), kecepatan pergerakan awak (*Speed*), dan durasi tempuh aliran (*Flow duration*). Tujuan analisis adalah membandingkan tingkat keselamatan dari kondisi tata letak kamar mesin eksisting dengan desain tata letak usulan (redesain) yang disesuaikan terhadap regulasi *class*.

4.7.1 Perhitungan Waktu Tempuh Evakuasi Eksisting

Kondisi tata letak kamar mesin eksisting dianalisis untuk mengetahui total durasi yang dibutuhkan awak kapal untuk mengevakuasi diri dalam skenario darurat. Berdasarkan pengamatan tata letak awal, terdapat ukuran jalur eksisting yang sempit sehingga berisiko memicu penyumbatan rute pergerakan (*bottleneck*). Berikut adalah rekapitulasi tabel perhitungan WTE untuk kondisi eksisting terhadap 3 rute:

a. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Evakuasi Rute 1

Tabel 4. 2 Rekapitulasi WTE Rute 1 Kamar Mesin – Eksisting

Rute Evakuasi	Lebar Bersih Wc (m)	Panjang *Length* (m)	*Tstairs* (s)	Total T (s)
Deck 3 (Vertical Ladder A)	0,6	1,715	1,68	12,81
Deck 1 (Vertical Ladder E)	0,6	1,938	1,82	8,95

Rute Evakuasi	Lebar Bersih Wc (m)	Panjang *Length* (m)	*Tstairs* (s)	Total T (s)
Maksimal T Seluruh *Deck*	-	-	-	117,00

(Sumber: Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada jalur lintasan utama di *Deck 3*, lebar bersih fasilitas (*Wc*) yang disediakan hanya sebesar 0,6 meter dengan bentang panjang tangga lintasan (*Length*) 1,715 meter. Hal ini menghasilkan waktu perpindahan di tangga (*tstairs*) sebesar 1,68 detik dan total akumulasi waktu evakuasi (*T*) di *3 Deck* sebesar 12,81 detik. Sementara itu, pada area *Deck 1*, durasi di bagian tangga meningkat menjadi 1,82 detik dengan rekapitulasi waktu evakuasi total (*T*) mencapai 8,95 detik. Waktu terlama penyelesaian evakuasi (*T*) pada skenario eksisting tercatat pada angka 117,00 detik.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan durasi evakuasi total merujuk pada standar siang hari atau *Day Case on Route 1*. Dengan mengasumsikan waktu respons (*R*) sebesar 5 menit, tambahan durasi embarkasi dan peluncuran (*E+L*) sebesar 25 menit, serta *T* eksisting maksimal sebesar 117 detik (1' 57"), maka perhitungan rumusnya adalah:

Total WTE

$$= 1{,}25\ (R + T) + \frac{2}{3}(E + L)$$

$$= 1{,}25\ ((5 \times 60) + 117) + \frac{2}{3}(25 \times 60)$$

$$= 1521{,}25\ detik$$

$$= 25\ menit\ 21\ detik$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting rute 1, total waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi pada *Day Case on Route* 1 adalah 25 menit 21 detik.

b. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Evakuasi Rute 2

Tabel 4. 3 Rekapitulasi WTE Rute 2 Kamar Mesin – Eksisting

Rute Evakuasi	**Lebar Bersih Wc (m)**	**Panjang *Length* (m)**	***Tstairs* (s)**	**Total T (s)**
Deck 3 (Hatch Escape Trunk)	0,347	4,96	4,24	27,93
Deck 1 (Stairway)	0,80	2,75	2,26	23,36
Maksimal T Seluruh *Deck*	-	-	-	36,07

(Sumber: Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada jalur lintasan utama di *Deck 3*, lebar bersih *hatch escape trunk* (*Wc*) yang disediakan hanya sebesar 0,347 meter dengan bentang panjang tangga lintasan (*Length*) 4,96 meter. Hal ini menghasilkan waktu perpindahan di tangga (*tstairs*) sebesar 4,24 detik dan total akumulasi waktu evakuasi (*T*) di *3 Deck* sebesar 27,93 detik. Sementara itu, pada area *Deck 1*, durasi di bagian tangga meningkat menjadi 2,26 detik dengan rekapitulasi waktu evakuasi total (*T*) mencapai 23,36 detik. Waktu terlama penyelesaian evakuasi (*T*) pada skenario eksisting tercatat pada angka 36,07 detik.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan durasi evakuasi total merujuk pada standar siang hari atau *Day Case on Route 2*. Dengan mengasumsikan waktu respons (*R*) sebesar 5 menit, tambahan durasi embarkasi dan

peluncuran (E+L) sebesar 25 menit, serta T eksisting maksimal sebesar 36,07 detik (0' 37"), maka perhitungan rumusnya adalah:

$$\text{Total WTE} = 1{,}25\ (R + T) + \frac{2}{3}(E + L)$$

$$= 1{,}25\ ((5 \times 60) + 36.07) + \frac{2}{3}(25 \times 60)$$

$$= 1420{,}08\ detik$$

$$= 23\ menit\ 40\ detik$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting rute 2, total waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi pada *Day Case on Route* 2 adalah 23 menit 40 detik.

c. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Evakuasi Rute 3

Tabel 4. 4 Rekapitulasi WTE Rute 3 Kamar Mesin – Eksisting

Rute Evakuasi	**Lebar Bersih Wc (m)**	**Panjang *Length* (m)**	***Tstairs* (s)**	**Total T (s)**
Deck 3 (Stairway)	0,60	1.72	1,68	24.08
Deck 1 (Vertical Ladder)	0,585	2.21	2,02	27,34
Maksimal T Seluruh *Deck*	-	-	-	41,39

(Sumber: Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada jalur lintasan utama di *Deck 3*, lebar bersih tangga (*Wc*) yang disediakan hanya sebesar 0,600 meter dengan bentang panjang tangga lintasan (*Length*) 1,715 meter. Hal ini menghasilkan waktu perpindahan di tangga (*tstairs*) sebesar 1,68 detik dan total akumulasi waktu evakuasi (*T*) di *3 Deck* sebesar 24,08 detik.

Sementara itu, pada area *Deck 1*, durasi di bagian tangga meningkat menjadi 2,02 detik dengan rekapitulasi waktu evakuasi total (*T*) mencapai 27,34 detik. Waktu terlama penyelesaian evakuasi (*T*) pada skenario eksisting tercatat pada angka 41,39 detik.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan durasi evakuasi total merujuk pada standar siang hari atau *Day Case on Route* 3. Dengan mengasumsikan waktu respons (*R*) sebesar 5 menit, tambahan durasi embarkasi dan peluncuran (*E+L*) sebesar 25 menit, serta *T* eksisting maksimal sebesar 41,39 detik (0' 41''), maka perhitungan rumusnya adalah:

Total WTE

$$= 1{,}25\ (R + T) + \frac{2}{3}(E + L)$$

$$= 1{,}25\ ((5 \times 60) + 41.39) + \frac{2}{3}(25 \times 60)$$

$$= 1426{,}74\ detik$$

$$= 23\ menit\ 47\ detik$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting rute 3, total waktu yang dibutuhkan untuk proses evakuasi pada *Day Case on Route* 3 adalah 23 menit 47 detik.

4.7.2 Perhitungan Waktu Tempuh Evakuasi Redesain

Untuk menanggulangi temuan cacat penataan (*physical barrier*) pada model eksisting, dilakukan redesain struktur *General Arrangement* kamar mesin khususnya dalam hal efektivitas *escape route*. Redesain bertujuan untuk memuluskan lintasan pergerakan melalui pelebaran akses dan menjauhkan jalur penyelamatan dari lokasi alat berisiko tinggi. Rancangan ini dipastikan untuk mematuhi ketentuan kelayakan keselamatan Lloyd's Register

(LR), SOLAS, dan FSS *Code*. Berikut adalah rekapitulasi tabel perhitungan WTE setelah dilakukan redesain:

a. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Evakuasi Rute 1

Tabel 4. 5 Rekapitulasi WTE Rute 1 Kamar Mesin – Redesain

Rute Evakuasi	**Lebar Bersih Wc (m)**	**Panjang *Length* (m)**	***Tstairs* (s)**	**Total T (s)**
Deck 3 (Vertical Ladder A)	0,7	2,813	2,35	20,33
Deck 1 (Vertical Ladder C)	0,7	2,264	1,97	14,92
Maksimal T Seluruh *Deck*	-	-	-	122,98

(Sumber: Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.5, terlihat adanya perubahan yang cukup jelas. Lebar bersih (Wc) pada tangga vertikal ditingkatkan menjadi 0,7 meter, sehingga dapat mengurangi kepadatan pejalan kaki. Sebagai akibat dari pengalihan jalur evakuasi untuk menjauhi titik api, panjang lintasan (*Length*) pada *Deck 3* bertambah menjadi 2,813 meter. Perubahan tersebut menghasilkan waktu tempuh pada tangga (*tstairs*) sebesar 2,35 detik, dengan total waktu evakuasi (T) sekitar 20,33 detik. Hal yang sama juga terlihat pada *Deck 1*, di mana waktu penyeberangan tercatat sebesar 1,97 detik dan total akumulasi evakuasi (T) mencapai 14,92 detik. Secara keseluruhan, waktu evakuasi maksimum pada redesain ini adalah 122,98 detik.

Setelah data hasil redesain dimasukkan ke dalam skenario *Day Case on Route* 1 dengan menggunakan persamaan yang sama, yaitu 1,25 (R + T) + 2/3 (E + L), Hasil perhitungan waktu evakuasi pada kondisi darurat siang hari setelah redesain menunjukkan durasi total sebesar 25 menit

29 detik. Adapun tahapan dan rincian perhitungan yang digunakan dalam memperoleh hasil tersebut diuraikan sebagai berikut:

Total WTE

$$= 1{,}25\ (R + T) + \frac{2}{3}(E + L)$$

$$= 1{,}25\ ((5 \times 60) + 122.98) + \frac{2}{3}(25 \times 60)$$

$$= 1528{,}72\ detik$$

$$= 25\ menit\ 29\ detik$$

b. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Evakuasi Rute 2

Tabel 4. 6 Rekapitulasi WTE Rute 2 Kamar Mesin – Redesain

Rute Evakuasi	**Lebar Bersih Wc (m)**	**Panjang *Length* (m)**	***Tstairs* (s)**	**Total T (s)**
Deck 3 (Hatch Escape Trunk)	0,65	4,96	4,13	46,58
Deck 1 (Stairway)	0,80	2,75	2,26	42,26
Maksimal T Seluruh *Deck*	-	-	-	54,97

(Sumber: Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.6, terlihat adanya perubahan yang cukup jelas. Lebar bersih (Wc) pada *hatch escape trunk* ditingkatkan menjadi 0,65 meter, sehingga dapat mengurangi kepadatan pejalan kaki. Sebagai akibat dari pengalihan jalur evakuasi untuk menjauhi titik api, panjang lintasan (*Length*) pada *Deck 3* bertambah menjadi 4,96 meter. Perubahan tersebut menghasilkan waktu tempuh pada tangga (*tstairs*) sebesar 4,13 detik, dengan total waktu evakuasi (T) sekitar 46,58 detik. Hal yang sama juga terlihat pada *Deck 1*, di mana waktu penyeberangan tercatat sebesar 2,26 detik dan total akumulasi evakuasi (T) mencapai 42,26 detik. Secara

keseluruhan, waktu evakuasi maksimum pada redesain ini adalah 54,97 detik.

Setelah data hasil redesain dimasukkan ke dalam skenario *Day Case on Route* 2 dengan menggunakan persamaan yang sama, yaitu 1,25 (R + T) + 2/3 (E + L), Hasil perhitungan waktu evakuasi pada kondisi darurat siang hari setelah redesain menunjukkan durasi total sebesar 24 menit 04 detik. Adapun tahapan dan rincian perhitungan yang digunakan dalam memperoleh hasil tersebut diuraikan sebagai berikut:

Total WTE

$$= 1{,}25\ (R + T) + \frac{2}{3}(E + L)$$

$$= 1{,}25\ ((5 \times 60) + 54.97) + \frac{2}{3}(25 \times 60)$$

$$= 1443{,}71\ detik$$

$$= 24\ menit\ 04\ detik$$

c. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Evakuasi Rute 3

Tabel 4. 7 Rekapitulasi WTE Rute 3 Kamar Mesin – Redesain

Rute Evakuasi	**Lebar Bersih Wc (m)**	**Panjang *Length* (m)**	***Tstairs* (s)**	**Total T (s)**
Deck 3 (Stairway)	0,700	1,715	1,60	26,19
Deck 1 (Vertical Ladder)	0,700	2,21	1,93	29,64
Maksimal T Seluruh *Deck*	-	-	-	43.70

(Sumber: Penulis, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.7, terlihat adanya perubahan yang cukup jelas. Lebar bersih (Wc) pada tangga ditingkatkan menjadi 0,700 meter, sehingga dapat mengurangi kepadatan pejalan kaki. Sebagai akibat dari pengalihan jalur evakuasi

untuk menjauhi titik api, panjang lintasan (*Length*) pada *Deck 3* bertambah menjadi 1,715 meter. Perubahan tersebut menghasilkan waktu tempuh pada tangga (*tstairs*) sebesar 1,60 detik, dengan total waktu evakuasi (T) sekitar 26,19 detik. Hal yang sama juga terlihat pada *Deck 1*, di mana waktu penyeberangan tercatat sebesar 1,93 detik dan total akumulasi evakuasi (T) mencapai 29.64 detik. Secara keseluruhan, waktu evakuasi maksimum pada redesain ini adalah 43,70 detik.

Setelah data hasil redesain dimasukkan ke dalam skenario *Day Case on Route* 3 dengan menggunakan persamaan yang sama, yaitu 1,25 (R + T) + 2/3 (E + L), Hasil perhitungan waktu evakuasi pada kondisi darurat siang hari setelah redesain menunjukkan durasi total sebesar 23 menit 50 detik. Adapun tahapan dan rincian perhitungan yang digunakan dalam memperoleh hasil tersebut diuraikan sebagai berikut:

Total WTE

$$= 1{,}25\ (R + T) + \frac{2}{3}(E + L)$$

$$= 1{,}25\ ((5 \times 60) + 43.70) + \frac{2}{3}(25 \times 60)$$

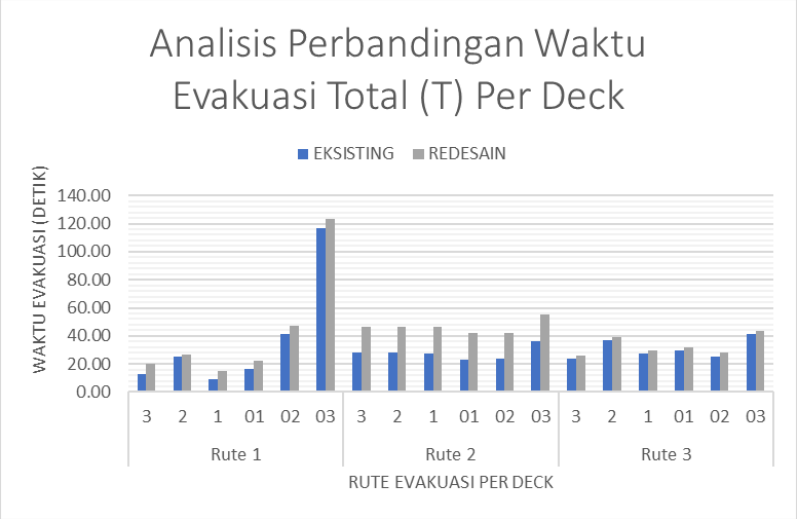
$$= 1429{,}62\ detik$$

$$= 23\ menit\ 50\ detik$$

4.8 Perbandingan dan Evaluasi Hasil

Setelah seluruh perhitungan waktu tempuh evakuasi dilakukan berdasarkan ketentuan IMO MSC.1/*Circ*.1533, langkah berikutnya adalah melakukan perbandingan antara kondisi awal kapal (eksisting) dan kondisi setelah dilakukan redesain tata letak. Analisis tersebut difokuskan pada tiga jalur evakuasi utama yang menghubungkan area kamar mesin dengan titik kumpul (*Muster Station*).

Grafik 4.1 menyajikan visualisasi perbandingan akumulasi waktu perjalanan (*Total T*) pada setiap geladak (*deck*) untuk masing-masing rute evakuasi antara kondisi eksisting dan kondisi setelah redesain.



Gambar 4. 18 Analisis Perbandingan Waktu Evakuasi Total (T) Per Deck

(Sumber: Penulis, 2026)

4.8.1 Analisis Kesesuaian Dimensi Jalur Evakuasi

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap kondisi eksisting, masih ditemukan beberapa fasilitas evakuasi yang belum memenuhi persyaratan dimensi minimum sesuai standar keselamatan internasional. Ketidaksesuaian tersebut terlihat pada Rute 1, di mana tangga pada *Deck* 3 memiliki lebar bersih (*clear width*) sebesar 0,600 meter. Selain itu, pada Rute 2, *Hatch Escape Trunk* di *Deck* 3 hanya memiliki lebar 0,347 meter, sedangkan pada Rute 3 di *Deck* 1 lebar bersih jalur evakuasi tercatat sebesar 0,585 meter. Dimensi yang relatif sempit tersebut berpotensi menimbulkan *bottleneck* sehingga dapat menghambat kelancaran pergerakan awak kapal, khususnya pada kondisi darurat ketika proses evakuasi harus dilakukan secara cepat dan aman.

Sebagai upaya perbaikan, dilakukan redesain dengan meningkatkan lebar fasilitas evakuasi pada ketiga rute hingga memenuhi dimensi minimum yang dipersyaratkan, yaitu menjadi 0,700 meter pada Rute 1, 0,650 meter pada Rute 2, dan 0,700 meter pada Rute 3. Perubahan tata letak tersebut menghasilkan jalur evakuasi yang telah memenuhi ketentuan *minimum clear width* sebagaimana diatur dalam SOLAS dan IMO MSC.1/*Circ*.1533. Dengan terpenuhinya persyaratan tersebut, jalur evakuasi hasil redesain dinilai memiliki tingkat keselamatan, aksesibilitas, dan kenyamanan yang lebih baik sehingga mampu mendukung kelancaran proses evakuasi awak kapal dari area kamar mesin.

4.8.2 Analisis Perubahan Waktu Tempuh Evakuasi

Berdasarkan hasil perhitungan, perubahan tata letak pada jalur evakuasi memberikan pengaruh terhadap nilai Waktu Total Evakuasi *(Waiting Time to Embarkation/*WTE). Pada Rute 1, 2 dan Rute 3, kondisi hasil redesain menunjukkan peningkatan waktu evakuasi dibandingkan kondisi eksisting dengan selisih sekitar 3 hingga 12 detik. Peningkatan tersebut merupakan konsekuensi yang masih dapat diterima dalam analisis evakuasi dan tidak menunjukkan penurunan tingkat keselamatan sistem evakuasi.

Secara teknis, pelebaran jalur dan bukaan evakuasi meningkatkan kapasitas aliran pergerakan awak kapal pada tahap awal evakuasi sehingga lebih banyak personel dapat bergerak secara bersamaan menuju jalur berikutnya. Kondisi ini menyebabkan redistribusi antrean pada titik-titik transisi, seperti tangga maupun perpindahan antargeladak, yang berpengaruh terhadap akumulasi waktu perjalanan maksimum (Total T). Dengan demikian, meskipun hambatan pada jalur awal berhasil dikurangi, peningkatan kepadatan pada titik

berikutnya dapat menyebabkan waktu tempuh total sedikit bertambah.

Meskipun terjadi peningkatan nilai WTE pada kondisi hasil redesain, seluruh skenario masih menghasilkan waktu evakuasi sekitar 23 menit. Nilai tersebut tetap berada di bawah batas waktu evakuasi yang dipersyaratkan dalam IMO MSC.1/*Circ*.1533, sehingga menunjukkan bahwa kinerja sistem evakuasi setelah redesain masih memenuhi kriteria keselamatan yang berlaku.

4.8.3 Kesimpulan Evakuasi

Secara keseluruhan, hasil redesain pada ketiga rute evakuasi dari area kamar mesin menuju *Muster Station* menunjukkan peningkatan terhadap aspek keselamatan dan aksesibilitas dibandingkan kondisi eksisting. Pelebaran jalur evakuasi di area kamar mesin dilakukan untuk memenuhi persyaratan dimensi minimum yang ditetapkan dalam regulasi keselamatan maritim internasional, khususnya SOLAS dan pedoman IMO MSC.1/*Circ*.1533. Pada kondisi awal, beberapa bagian jalur evakuasi memiliki lebar yang belum memadai, terutama Rute 2 dengan lebar bersih hanya 0,347 m, sehingga berpotensi menimbulkan penyempitan arus (*bottleneck*) yang dapat menghambat proses evakuasi saat keadaan darurat. Untuk mengatasi kondisi tersebut, dilakukan redesain dengan meningkatkan lebar jalur menjadi 0,650 – 0,700 mm serta mengubah lintasan evakuasi agar menjauhi peralatan yang memiliki potensi bahaya kebakaran.

Perubahan ini meningkatkan kapasitas jalur dan memperlancar pergerakan awak kapal pada fase awal evakuasi. Meskipun penyesuaian lintasan menyebabkan perubahan pola kepadatan pergerakan pada titik peralihan jalur, seperti tangga, yang berdampak pada bertambahnya

waktu perjalanan (Total T) sekitar 3 – 12 detik, peningkatan tersebut masih berada dalam batas yang dapat diterima. Secara keseluruhan, nilai Waktu Tempuh Evakuasi (WTE) tetap berada pada nilai 23 – 25 menit dan masih memenuhi batas penerimaan yang ditetapkan dalam IMO MSC.1/*Circ*.1533. Dengan demikian, redesain yang diterapkan berhasil menghasilkan jalur evakuasi yang lebih aman, lebih andal, dan minim hambatan bagi awak kapal. Dengan demikian, redesain yang diusulkan dapat dinilai mampu meningkatkan kinerja sistem evakuasi sekaligus mendukung terciptanya jalur evakuasi yang lebih aman, efektif, dan sesuai dengan standar keselamatan yang digunakan dalam penelitian ini. Perbandingan hasil perhitungan kondisi eksisting dan redesain dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4. 8 Perbandingan Hasil Perhitungan Kondisi Eksisting dan Redesain

Rute Evakuasi	Lebar jalur (Eks - Redesain)	T Maksimal Eksisting	T Maksimal Redesain	Total WTE Eksisting	Total WTE Redesain
Rute 1	0,60 m – 0,70 m	117,00 s	122,98 s	25 m 21 s	25 m 29 s
Rute 2	0,34 m – 0,65 m	36,07 s	54,97 s	23 m 40 s	24 m 04 s
Rute 3	0,58 m – 0,70 m	41,39 s	43,40 s	23 m 50 s	23 m 50 s

(Sumber: Penulis, 2026)

(Hal ini sengaja dikosongkan)

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis tata letak kamar mesin dan rencana keselamatan serta perhitungan waktu tempuh evakuasi yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa tata letak kamar mesin dan *Safety Plan* saat ini belum memenuhi standar klasifikasi maupun regulasi keselamatan maritim. Ketidaksesuaian utama mencakup kurangnya jarak aman di area *Main Engine*, ukuran *hatch escape trunk* yang terlalu kecil, serta lebar tangga darurat dan tangga akses yang berada di bawah standar minimum IMO dan FSS *Code*. Kondisi tersebut harus diperhatikan karena berpotensi menghambat pergerakan awak kapal saat evakuasi darurat, operasional, maupun pemeliharaan rutin.
2. Meskipun waktu tempuh evakuasi siang hari pada ketiga rute telah memenuhi batas persyaratan IMO MSC.1/*Circ*.1533, terdapat masalah pada dimensi jalur evakuasi di beberapa area kritis yang belum sesuai ketentuan. Ketidaksesuaian dimensi tersebut berisiko tinggi menimbulkan penumpukan (*bottleneck*) selama proses penyelamatan berlangsung. Akibatnya, kelancaran pergerakan awak kapal dapat terhambat, terutama ketika mereka harus menggunakan *Emergency Escape Breathing Device (EEBD)* atau membawa tandu korban (*stretcher*).
3. Mengingat kapal tidak mengalami perombakan besar (*Major Conversion*), struktur utama kapal tetap dipertahankan meskipun dilakukan redesain tata letak kamar mesin untuk memenuhi standar keselamatan. Redesain tersebut mencakup relokasi beberapa peralatan dan penyesuaian posisi tangga untuk mendapatkan *clearance* 1600 mm, serta pelebaran dimensi *hatch* dan tangga evakuasi agar sesuai dengan standar regulasi maritim. Sebagai tindak lanjut, gambar *Safety Plan* tidak dirombak secara menyeluruh, melainkan hanya dilakukan penyesuaian dimensi lebar bersih (*clear width*) dari jalur evakuasi yang baru.

4. Setelah dilakukan redesain berupa pelebaran jalur dan penyesuaian lintasan untuk menjauhi area berisiko tinggi, waktu tempuh evakuasi (*Walking Travel Time*) mengalami sedikit peningkatan menjadi 25 menit 29 detik (Rute 1), 24 menit 04 detik (Rute 2), dan 23 menit 44 detik (Rute 3). Meskipun evakuasi memakan waktu sedikit lebih lama akibat lintasan yang bertambah panjang, hasil perhitungan tersebut dipastikan masih memenuhi batas persyaratan IMO MSC.1/*Circ*.1533. Peningkatan waktu ini merupakan konsekuensi dari penyesuaian jalur untuk memastikan proses evakuasi berlangsung jauh lebih aman dan sesuai standar keselamatan.
5. Perbandingan hasil *Walking Travel Time (WTE)* menunjukkan adanya sedikit peningkatan waktu tempuh pada seluruh rute evakuasi akibat lintasan yang diperpanjang untuk menghindari area berisiko tinggi. Meskipun durasinya bertambah, seluruh hasil perhitungan masih memenuhi kriteria IMO MSC.1/*Circ*.1533. Selain itu, pelebaran dimensi jalur pada desain baru berhasil mengurangi potensi *bottleneck*, sehingga pergerakan awak kapal menjadi jauh lebih lancar dan aman dibandingkan kondisi sebelumnya.

5.2 Saran

1. Disarankan kepada pihak perusahaan pelayaran atau galangan kapal terkait agar menjadikan hasil redesain (khususnya pelebaran *hatch* menjadi 800 × 800 mm dan tangga di atas 600 mm) sebagai rekomendasi perbaikan *ship repair/refit*. Hal ini krusial agar operasional ruang mesin dan persetujuan keselamatan (SOLAS, LR, *dan* FSS *Code*) tetap relevan dan legal.
2. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk tidak hanya mengkaji sistem evakuasi berdasarkan perhitungan skenario "Siang Hari" (*Day Case*), tetapi juga memperhitungkan model simulasi pada "Malam Hari" (*Night Case*). Hal ini berguna untuk memvalidasi efektivitas rute evakuasi di segala kemungkinan terburuk dari operasional kapal.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, B. (2025). *AKOMODASI UNTUK EFISIENSI OPERASIONAL ABK PADA KAPAL SPOB 1500 KL*.

Ambasari, E. (2025). *Analisis Efektivitas Proses Evakuasi Kebakaran*. *11*(1), 6–11.

Arifin, M. D. (2022). *Perancangan Layout Kamar Mesin dan Kelistrikan Kapal*.

Cacciari, M. (2022). *Analysis Of Evacuation Efficiency In Ship Engine Rooms Based On Layout Configuration*. *45*(1), 13–22.

Getka, R. (2021). *Evacuation Routes prom machinery Spaces ; Quantity construction and Layout*. *28*(100), 19–26.

Harisma, Manda, Andiryani, S. (2025). *Pengaruh Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) terhadap Penurunan Tingkat Kecelakaan Kerja: Artikel Review*. *3*(3), 473–497.

Idkhan, Muhammad; Baharuddin, Fiskia Rera; Palerangi, A. M. (2021). *Analisis Ergonomi* |.

IMO Publications and Documents - International Codes - FSS Code - Fire Safety Systems – Resolution MSC.98(73) - Annex - International Code For Fire Safety Systems, 2002. (2002). *Annex - International Code For Fire Safety Systems 1 The purpose of this Code is to provide international standards of specific engineering specifications Chapter 1 - General*. *98*(73), 1–77.

IMO Publications and Documents - International Codes - LSA Code - International Life-Saving Appliance Code – Resolution MSC.48(66), 1998. (1998). *LSA Code - International Life-Saving Appliance Code – Parent topic : International Codes Preamble 1 The purpose of this Code is to provide international standards for life-saving appliances required by Chapter I - General*. *48*(66), 1–95.

IMO Publications and Documents - International Conventions - SOLAS - International Convention for the Safety of Life at Sea 1974, S. (1974). *SOLAS - International Convention for the Safety of Life at Sea SOLAS - International Convention for the Safety of Life at Sea SOLAS - International Convention for the Safety of Life at Sea Page 2 of 404*. *6*(November 1988), 1–404.

Krystosik-Gromadzińska, A. (2025). Factors Contributing To Fires in Ship Engine Rooms. *Zeszyty Naukowe SGSP*, *1*(93), 145–164. https://doi.org/10.5604/01.3001.0055.0615

Kundori. (2021). *DASAR MANAJEMEN KAPAL TANKER* (Vol. 32, Issue 3).

Lloyd’s Register Rules and Regulations - Rules and Regulations for the Classification of Ships, 2022. (2022). *Lloyd’s Register Rules and Regulations - Rules and Regulations for the Classification of Ships, July 2022*. *July 2022*, 1–1293.

Magdalena, S., Tumanggor, A. H., Prasetyo, H., Irwansyah, R. H., Mentari, S. P., & Banten, P. P. (2024). Journal Marine Inside. *Journal Marine Inside*, *6*(1), 4–8.

MSC.1/Circular.1511, I. P. and D.-C.-M. S. C.-. (2015). *Maritime Safety Committee - MSC.1/Circular.1511 - Unified Interpretations of SOLAS Regulations II-2/9 and II-2/13 - (5 June 2015) - Annex - Unified Interpretations of SOLAS Regulations II-2/9 and II-2/13*. *44*(February).

MSC.1/Circular.1533, I. P. and D.-C.-M. S. C.-. (2016). *MSC . 1 / Circular . 1533 – Revised Guidelines on Evacuation Analysis for New and Exis ... Page 1 of 30 MSC . 1 / Circular . 1533 – Revised Guidelines on Evacuation Analysis for New and Exis ... Page 2 of 30 Annex 1 - Revised Guidelines on Evacuation Anal*. *7*(January 2020), 1–30.

MSC/Circular.834, I. P. and D.-C.-M. S. C.-. (1998). Maritime Safety Committee - MSC/Circular.834 – Guidelines for Engine-Room Layout, Design and Arrangement – (Adopted on 9 January 1998) - Annex - Guidelines for Engine-Room Layout, Design and Arrangement. In *Medizinische Klinik - Intensivmedizin und Notfallmedizin* (Vol. 119, Issue 8, pp. 614–623). https://doi.org/10.1007/s00063-024-01190-4

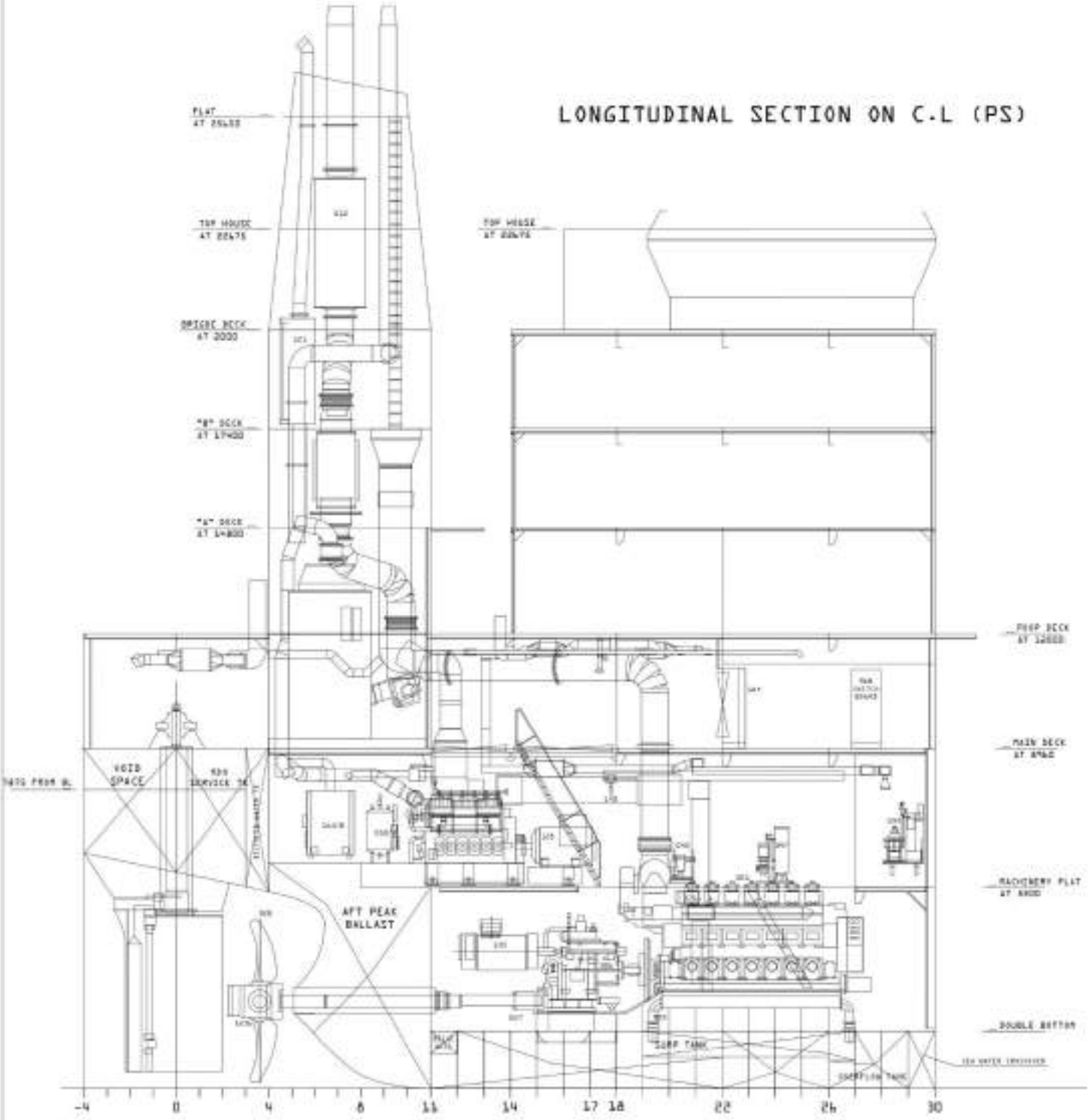
Syahnas, A. L. (2020). *Perencanaan Safety and Fire Control Plan Pada Kapal KM.X sesuai dengan Standar Solas.pdf* (p. 77).

LAMPIRAN I

DATA EKSISTING

(Hal ini sengaja dikosongkan)

LONGITUDINAL SECTION ON C.L (PS)

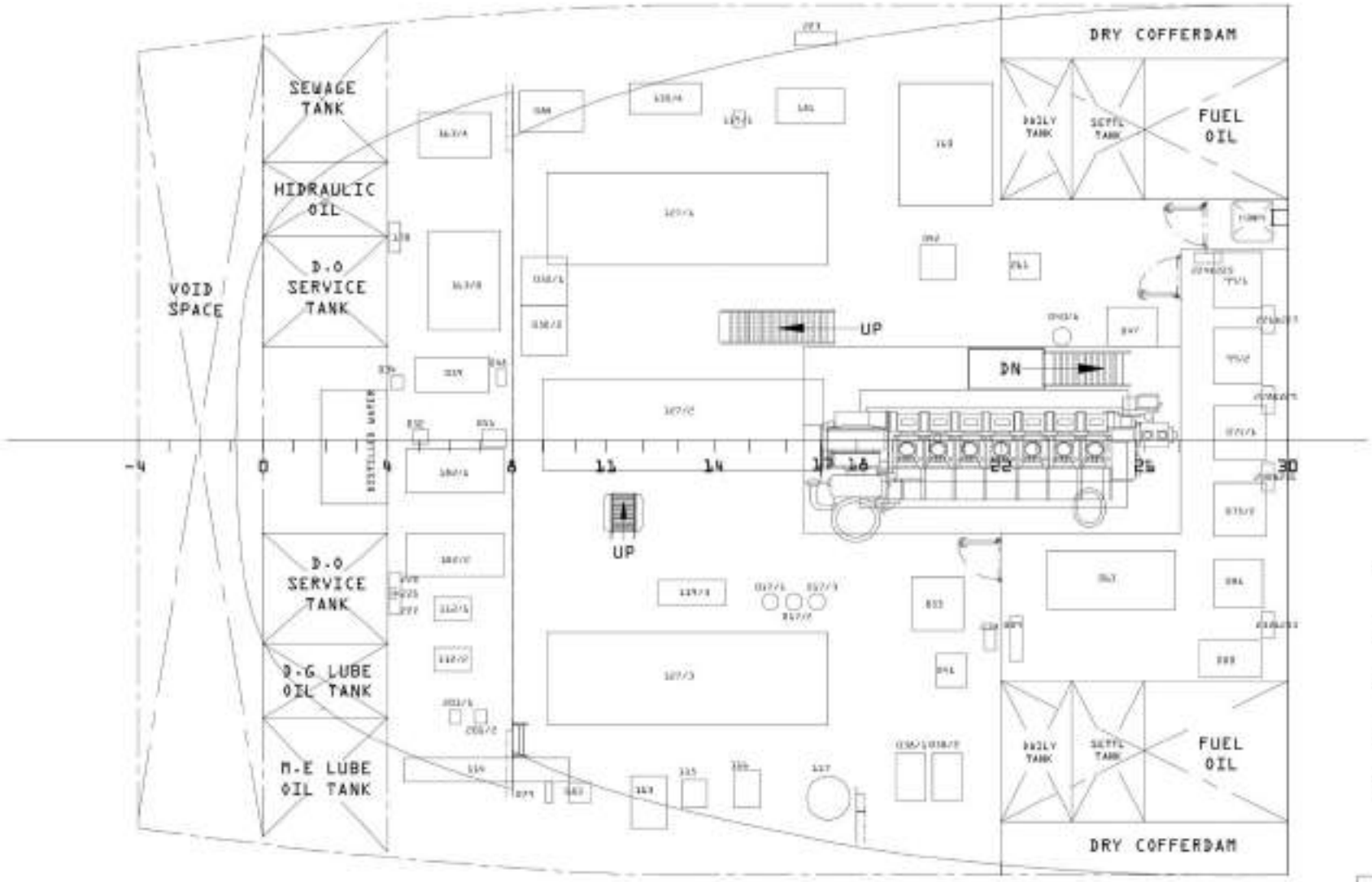


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.28 m
Crew	:	16
TYPE	:	TANKER

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

MACHINERY FLAT



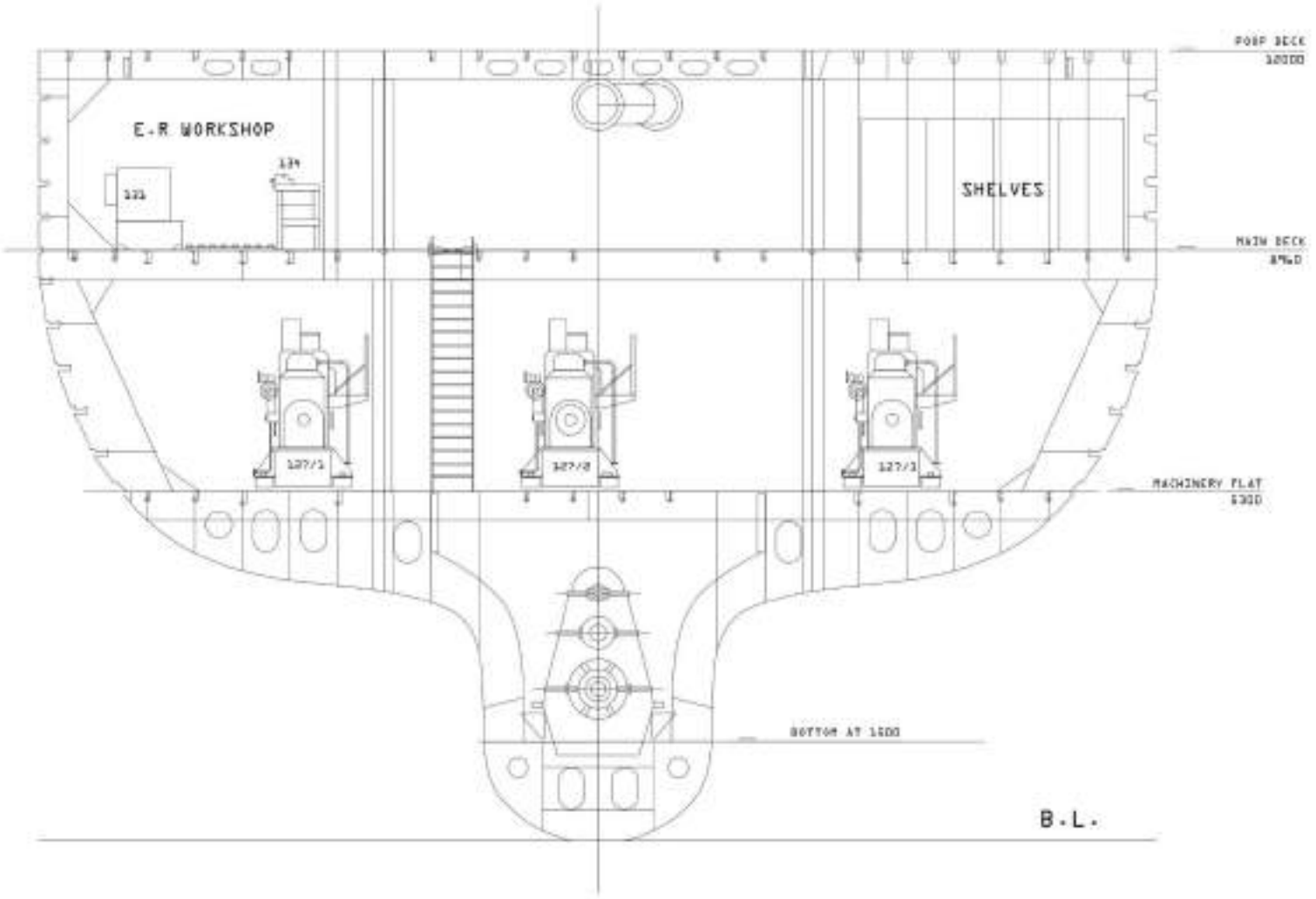
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	9.60 m
Draft	-	6.73 m
Crew	-	18
TYPE	-	TANKER

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

B12204B003

TRANSVERSAL SECTION
FRAME 14

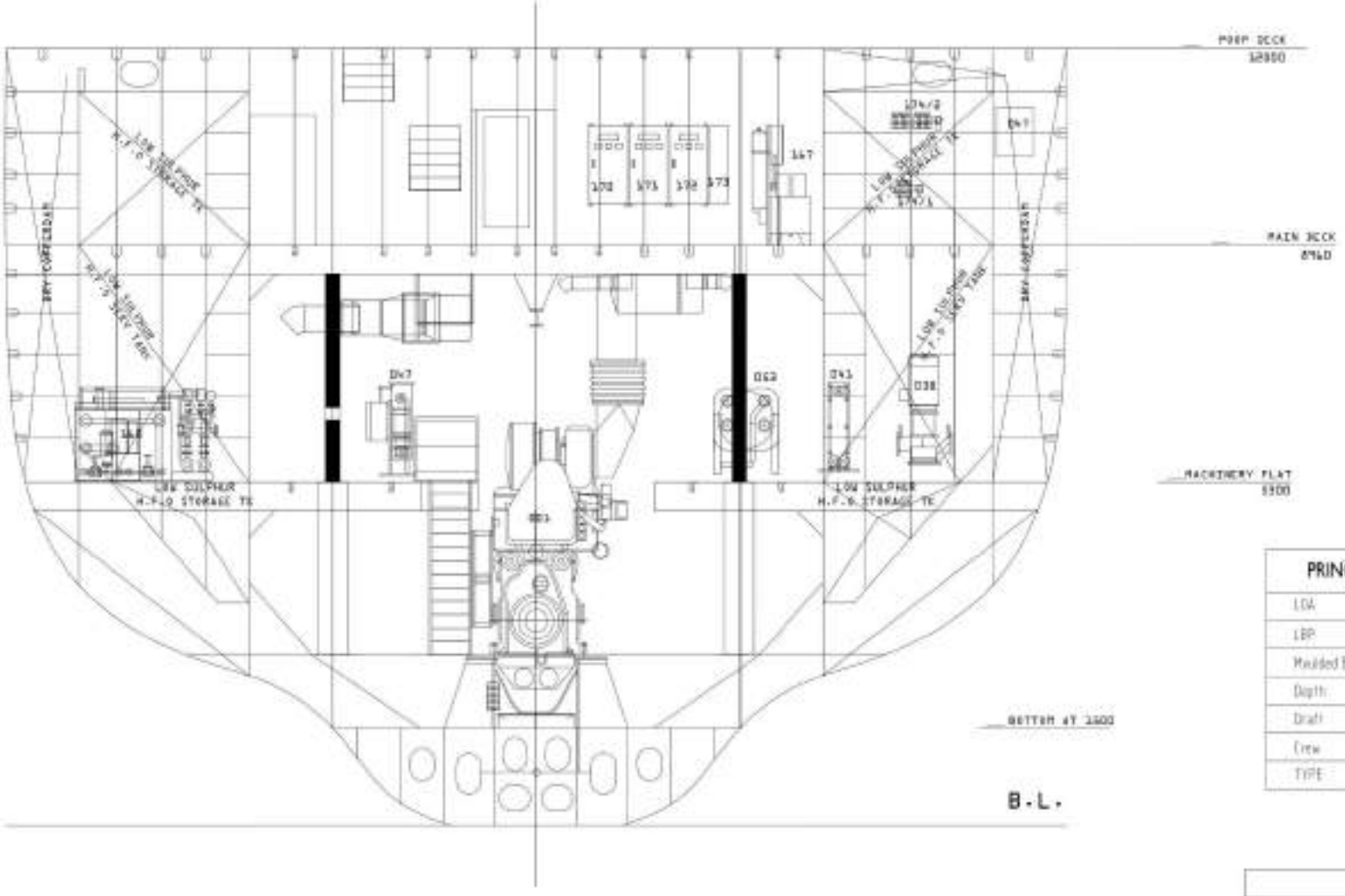


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.66 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker/LR

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

TRANSVERSAL SECTION
FRAME 20-22



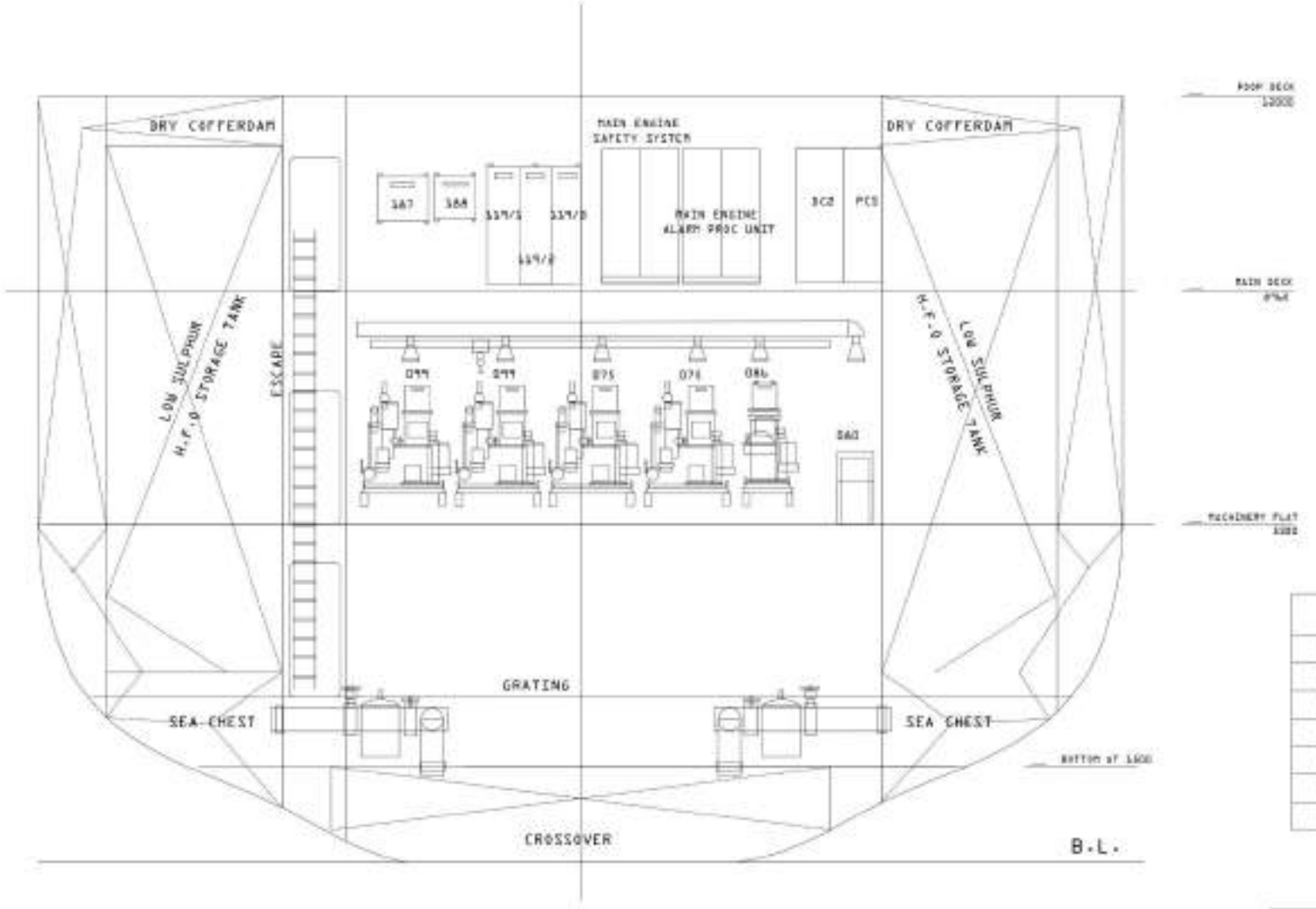
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	180.00 m
LBP	:	175.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	9.60 m
Draft	:	6.23 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

813040001

TRANSVERSAL SECTION
FRAME 28~30

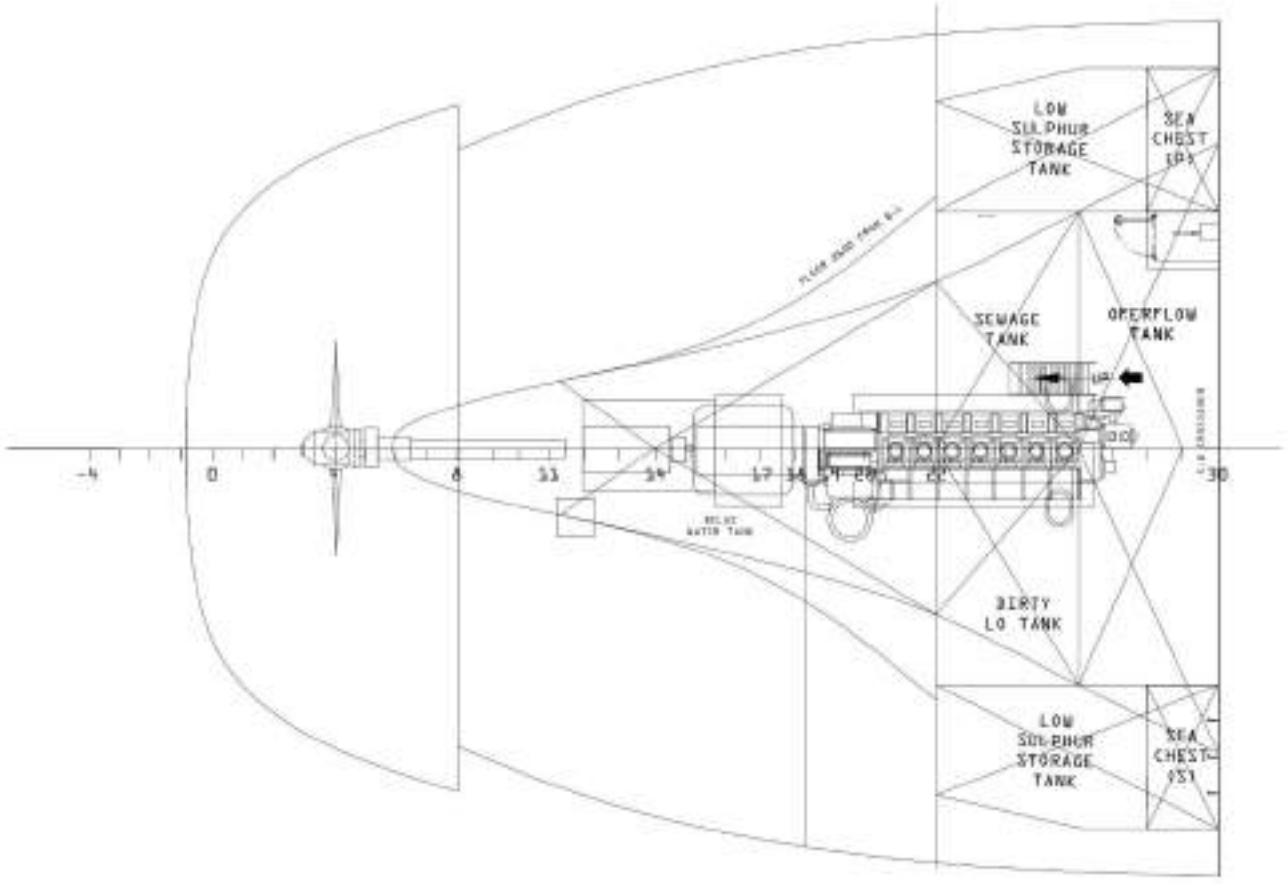


PRINCIPAL DIMENSION	
LOA	190.00 m
LBP	175.00 m
Moulded B	15.50 m
Depth	9.60 m
Draft	6.20 m
Crew	18
TYPE	TANKER

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

DOUBLE BOTTOM



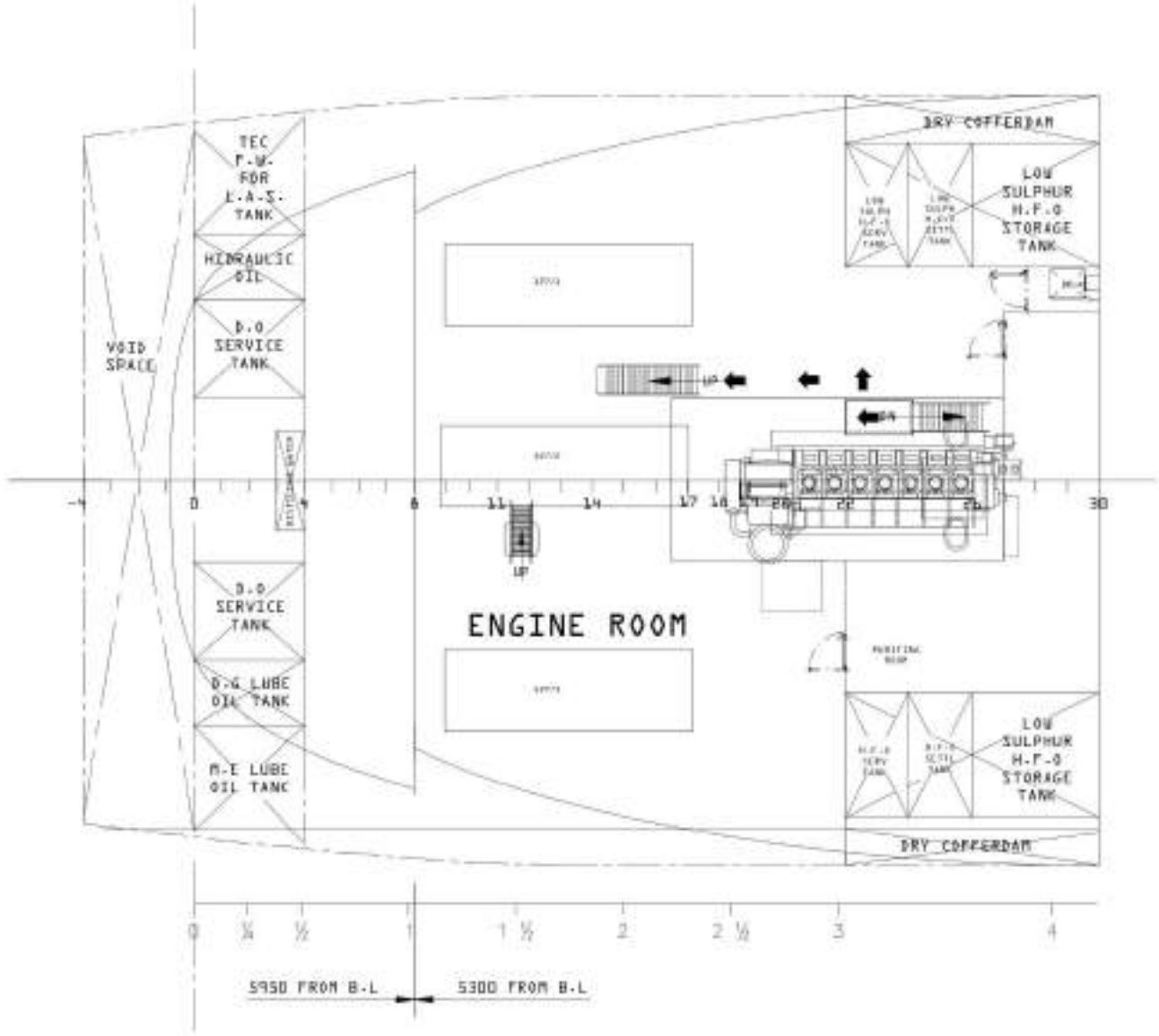
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	180.00 m
LBP	:	175.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	9.60 m
Draft	:	6.23 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE I

813040003

MACHINERY FLAT

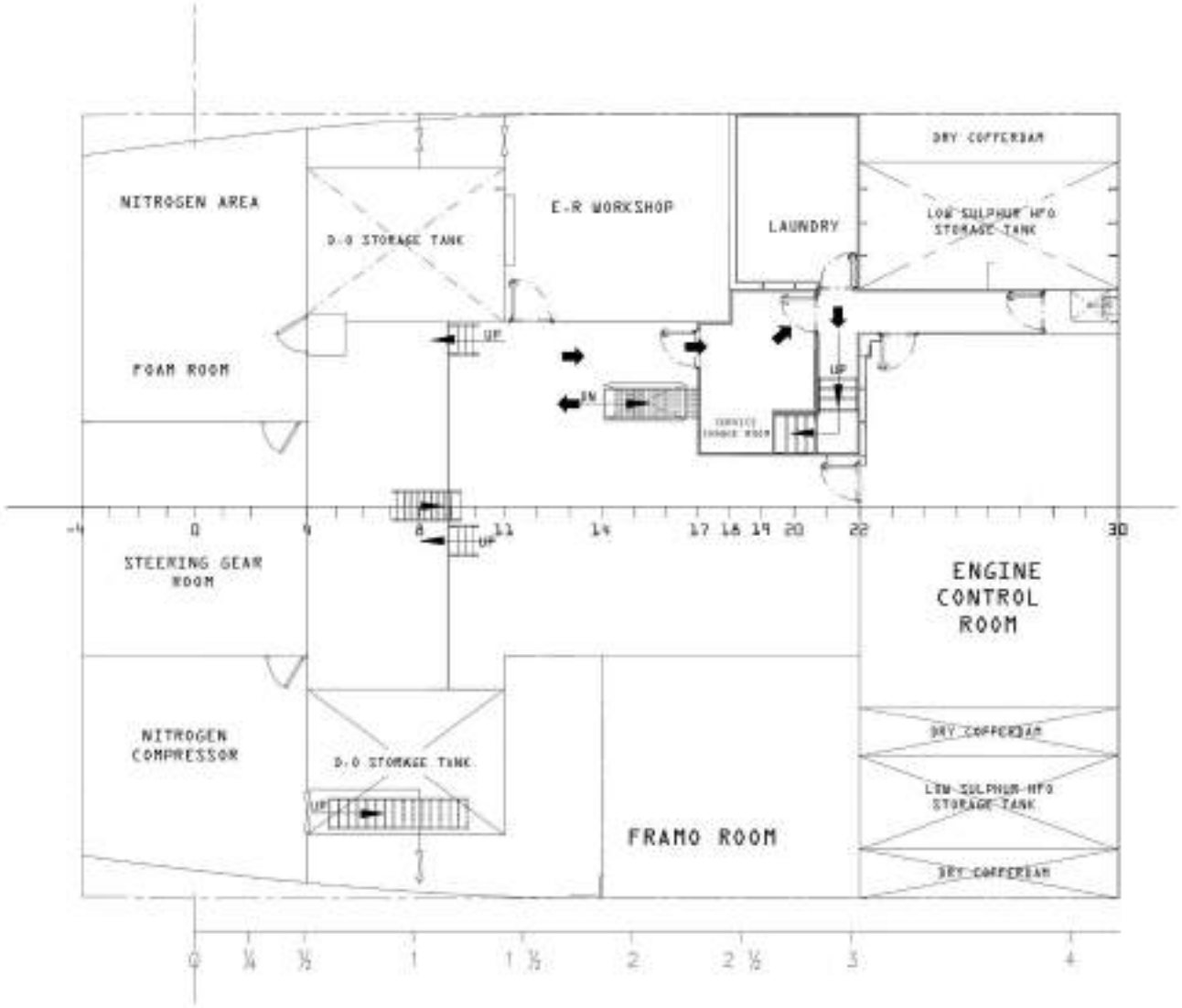


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.03 m
LBP	-	95.01 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.60 m
Draft	-	6.23 m
Crew	-	18
TYPE	-	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 1

MAIN DECK



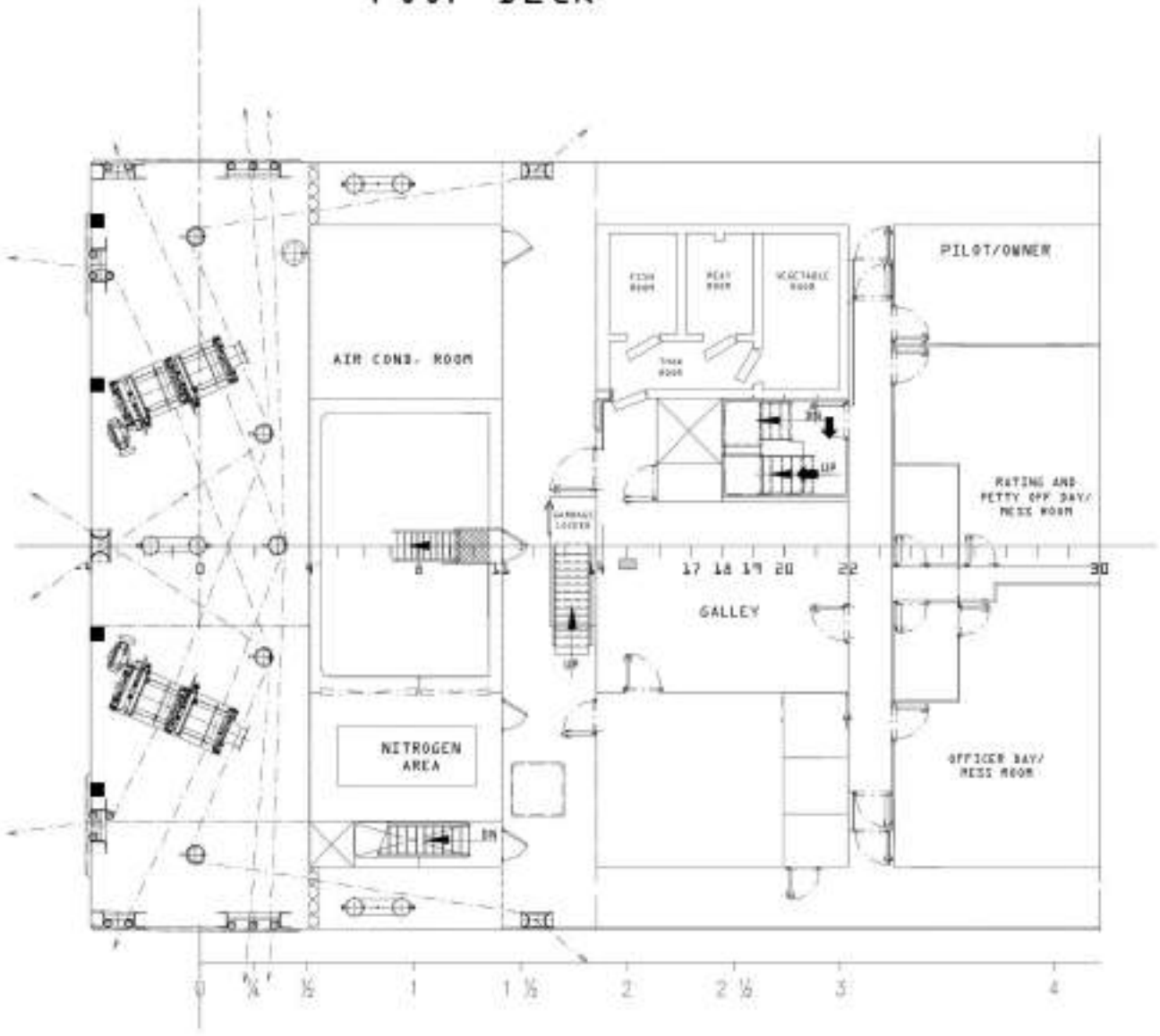
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.00 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE I

B12304B000

POOP DECK

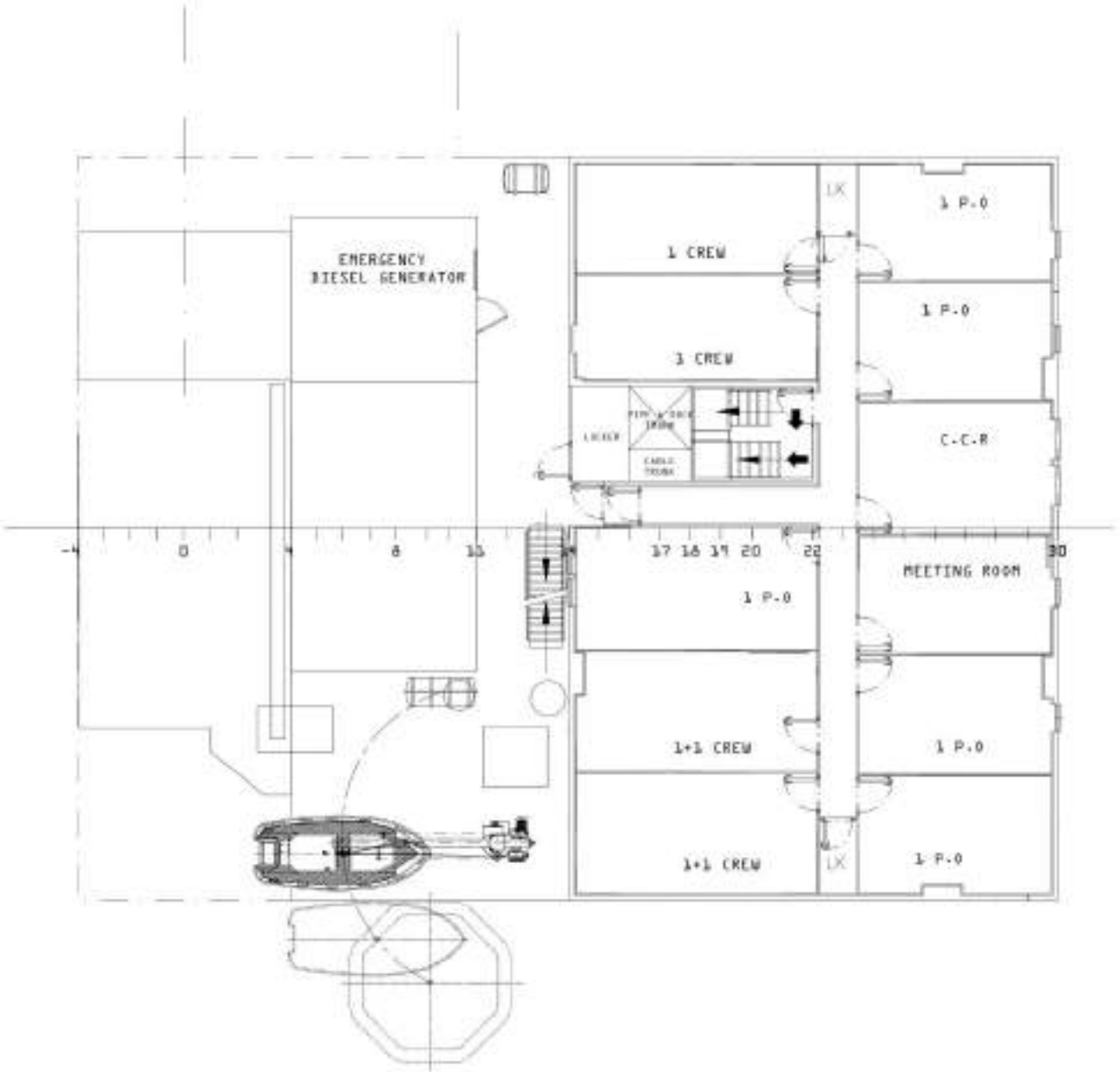


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	9.60 m
Draft	:	6.23 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE I

"A" DECK

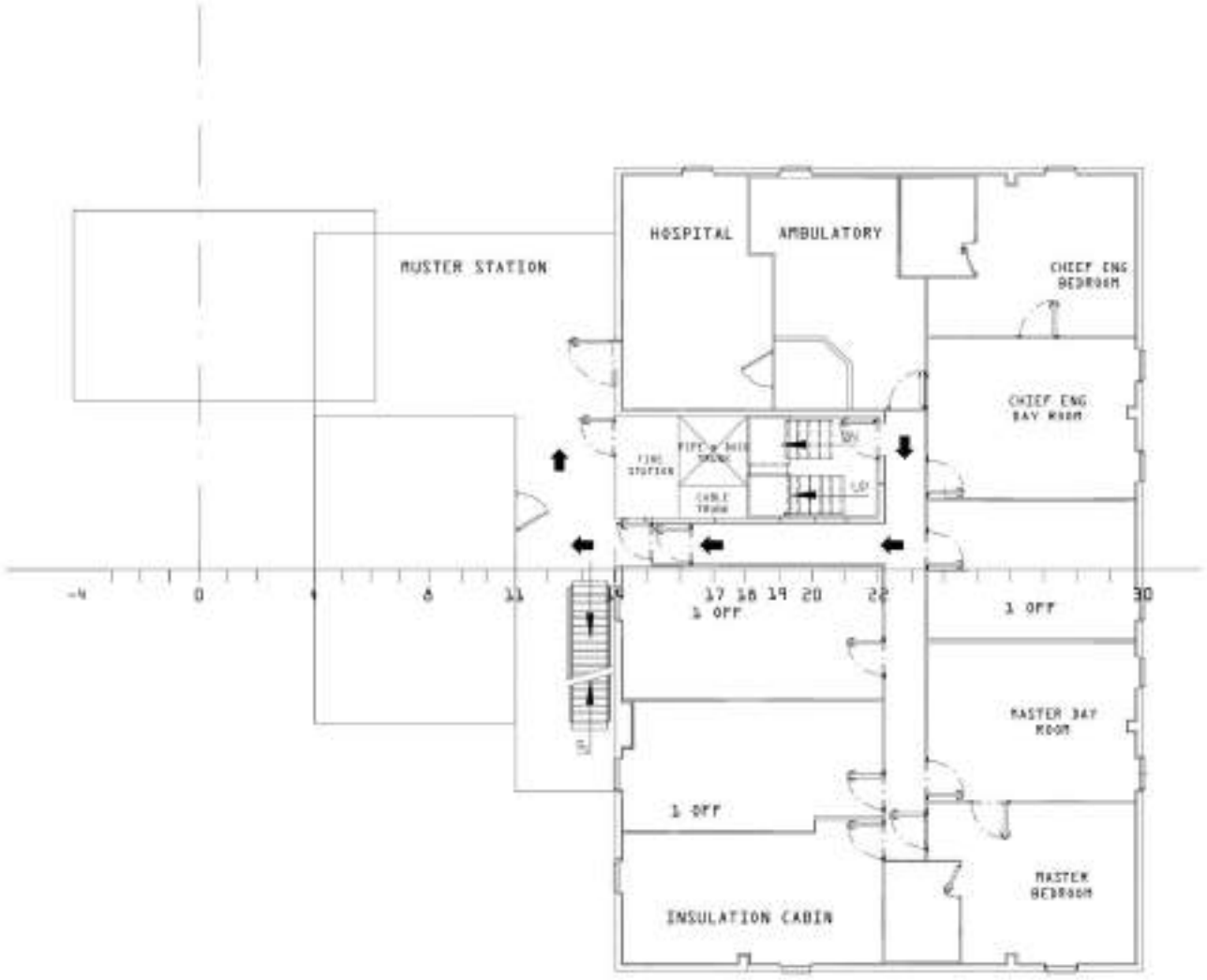


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.66 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker/Oil

TANKER

ESCAPE ROUTE I

"B" DECK

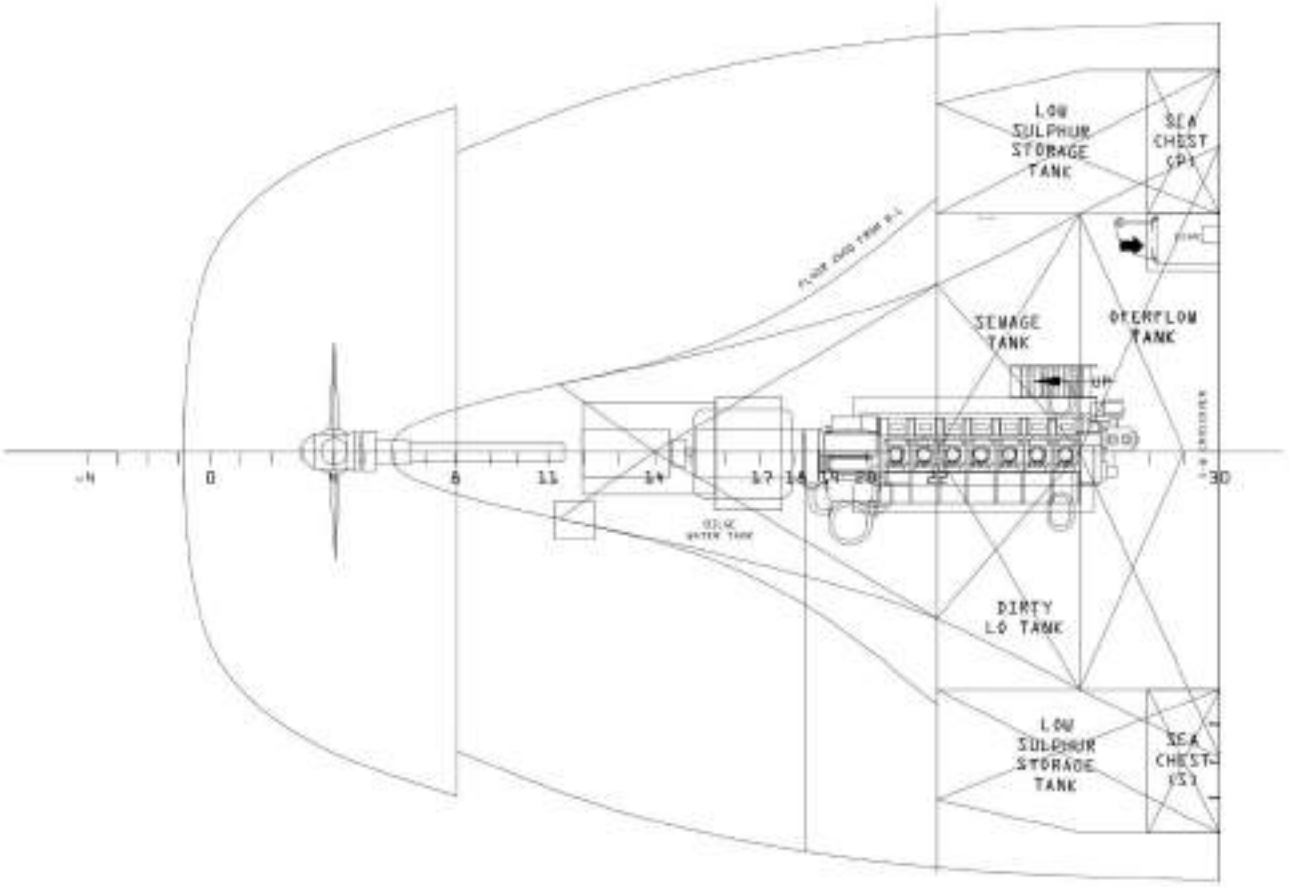


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.68 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker/DP

TANKER

ESCAPE ROUTE I

DOUBLE BOTTOM

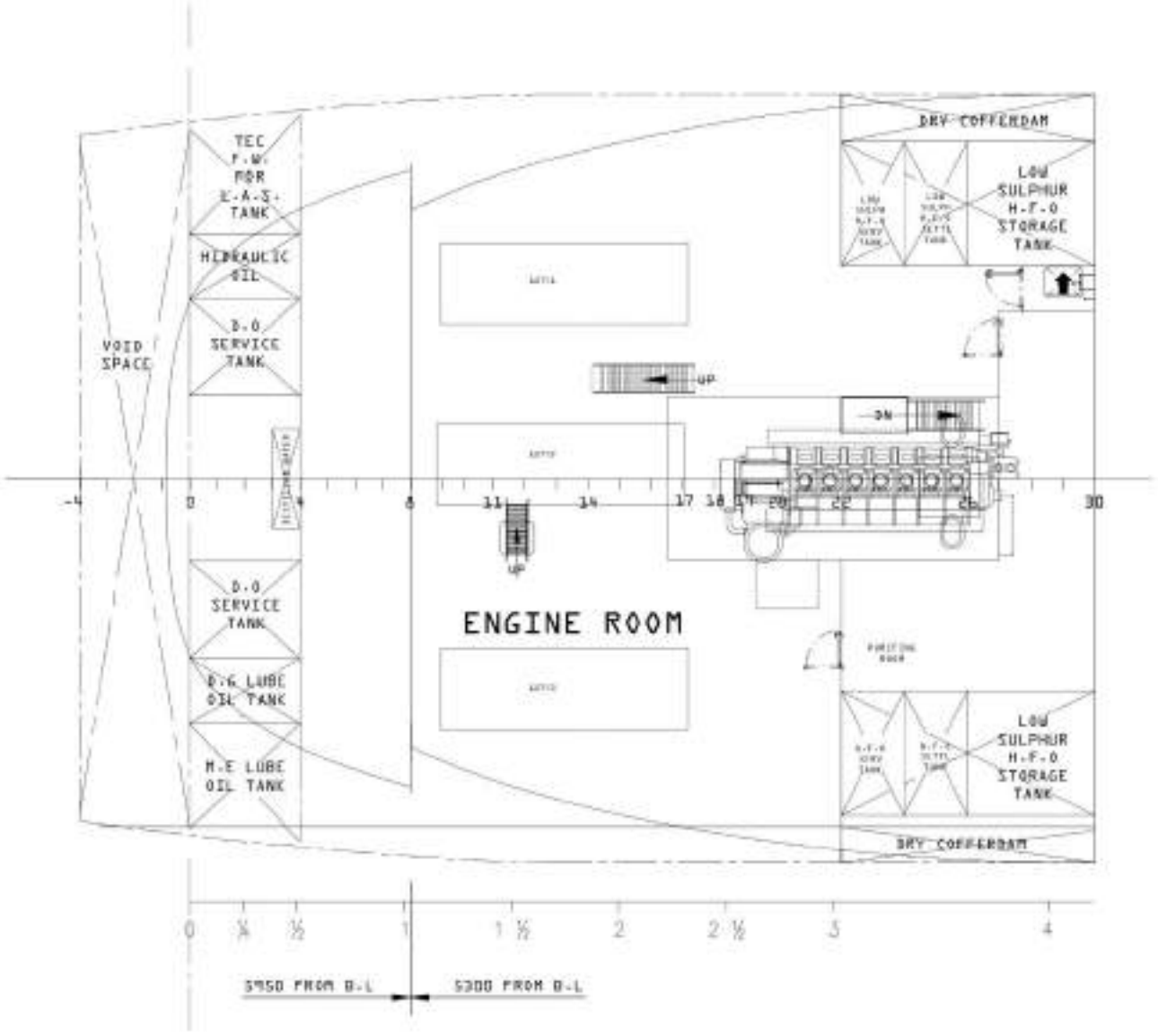


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.68 m
LBP	:	95.68 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.68 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

MACHINERY FLAT

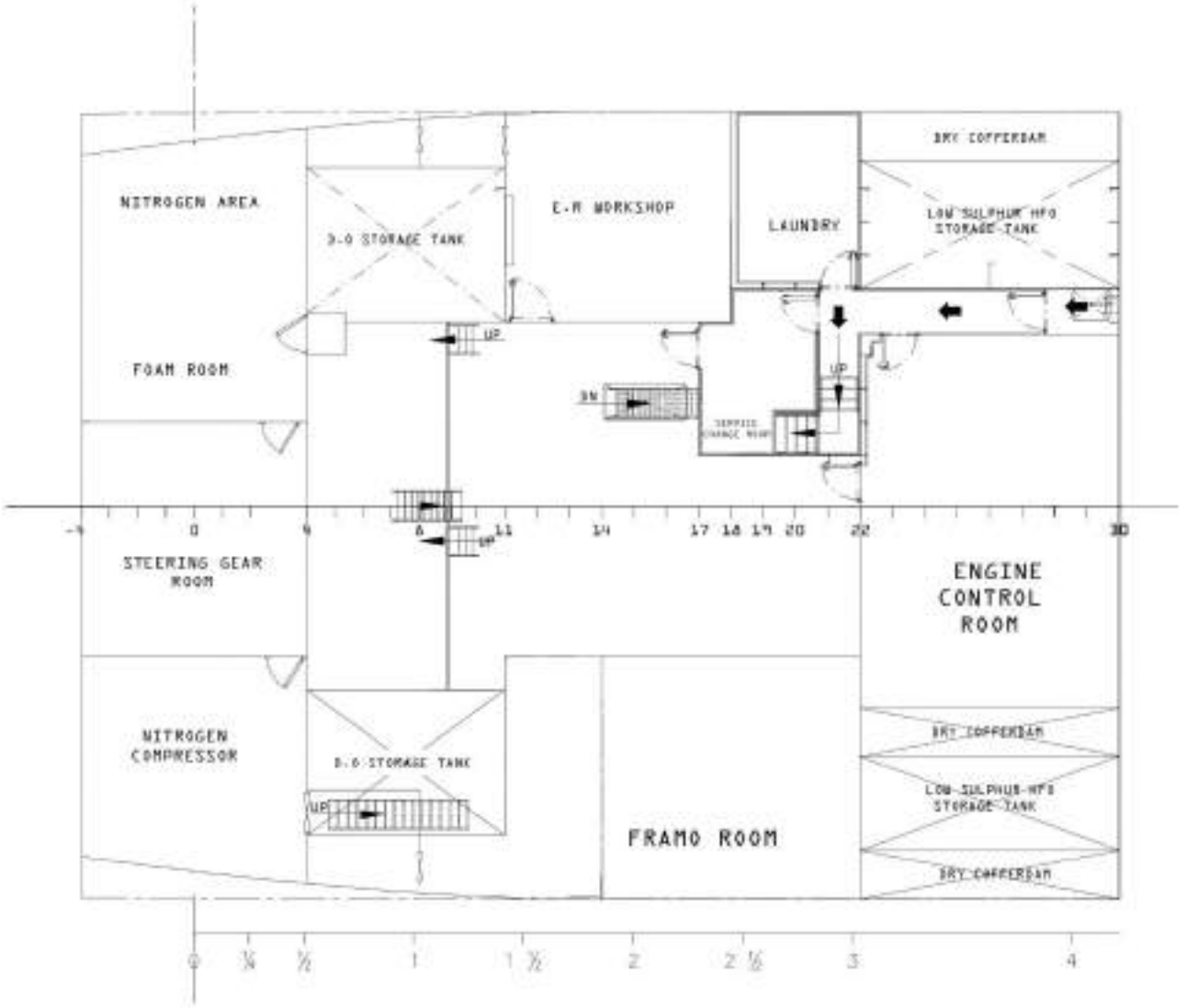


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.66 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker/LR

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

MAIN DECK

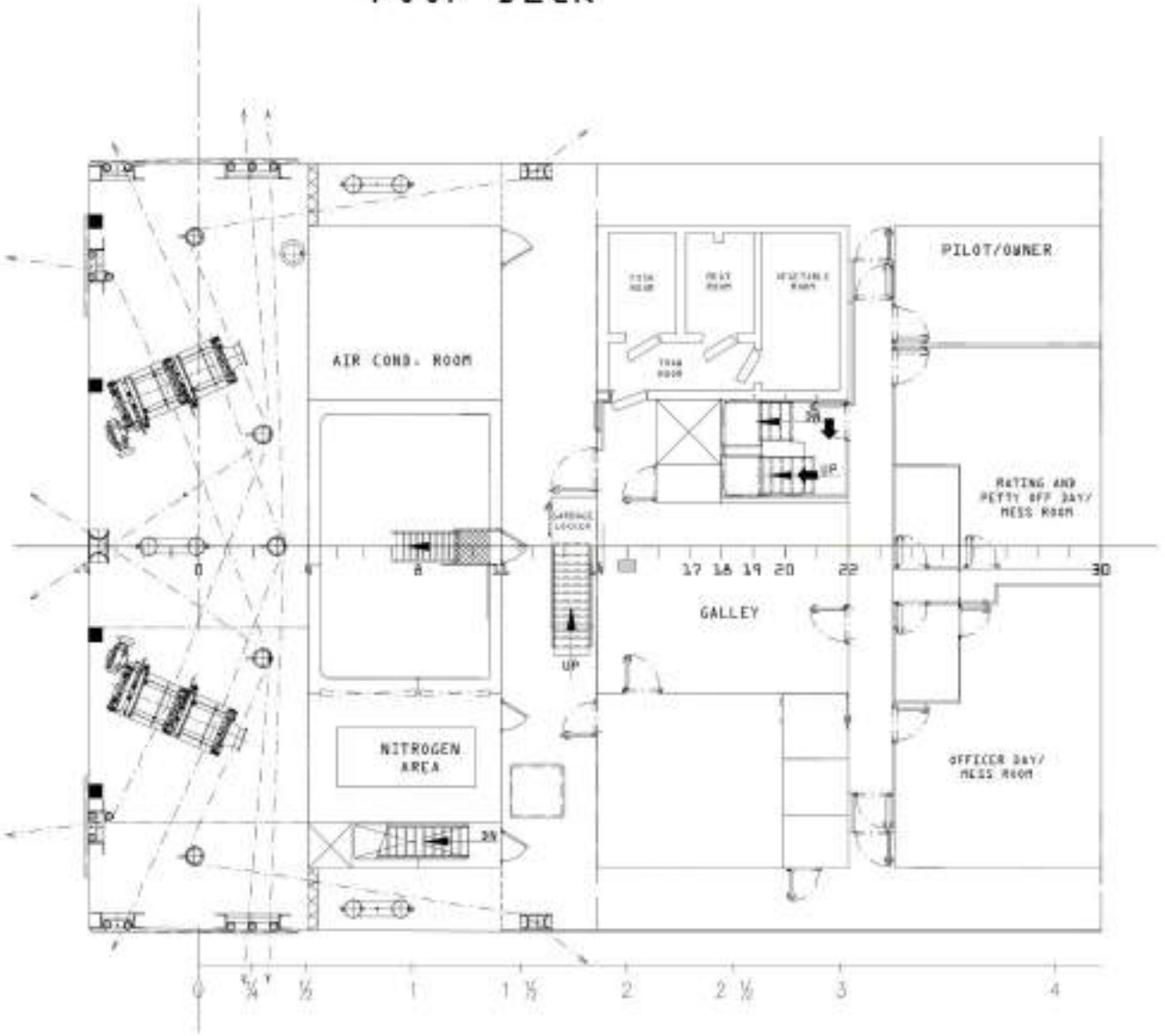


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.65 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker/LR

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

POOP DECK

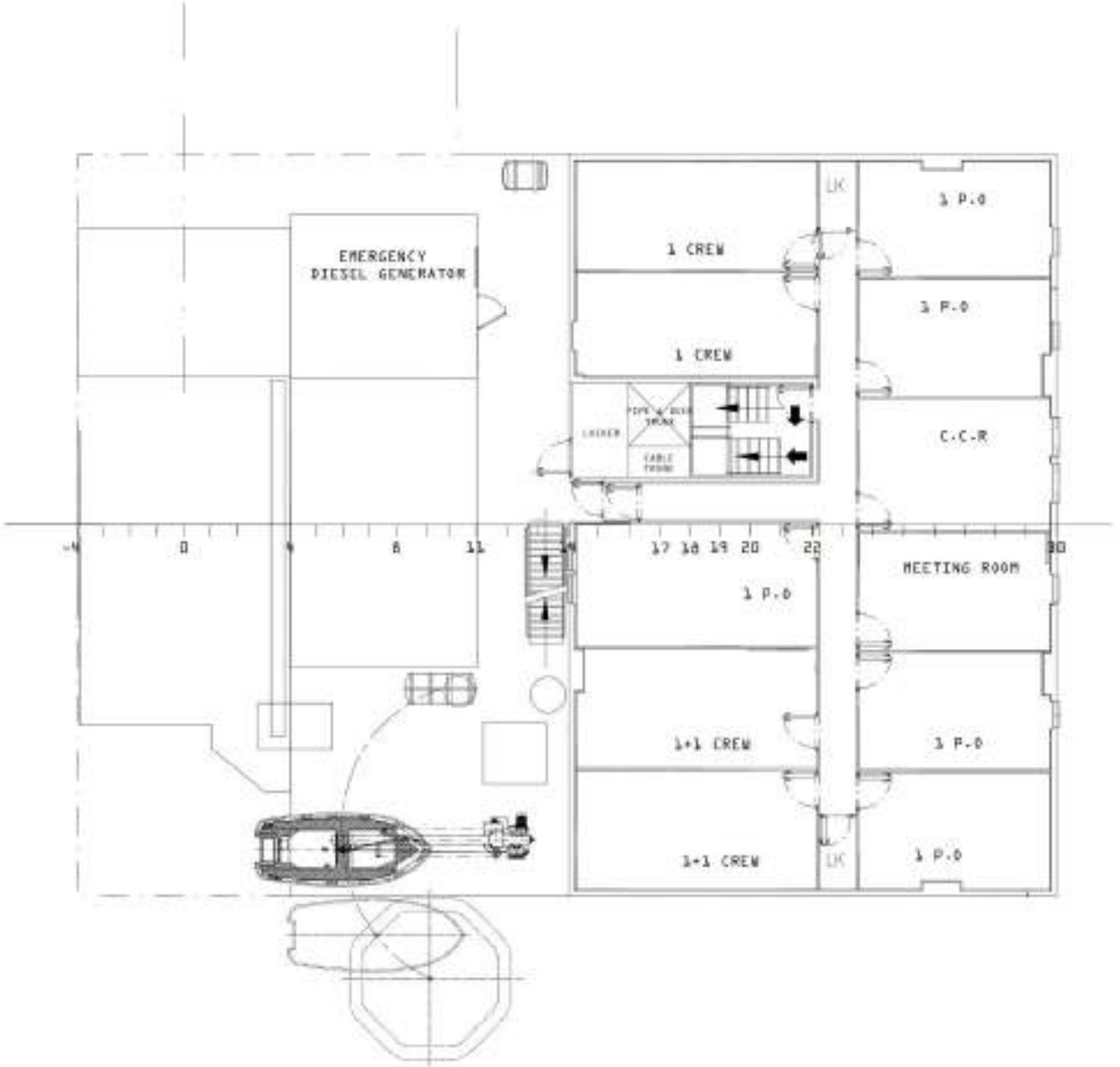


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded D	:	9.90 m
Depth	:	6.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

"A" DECK



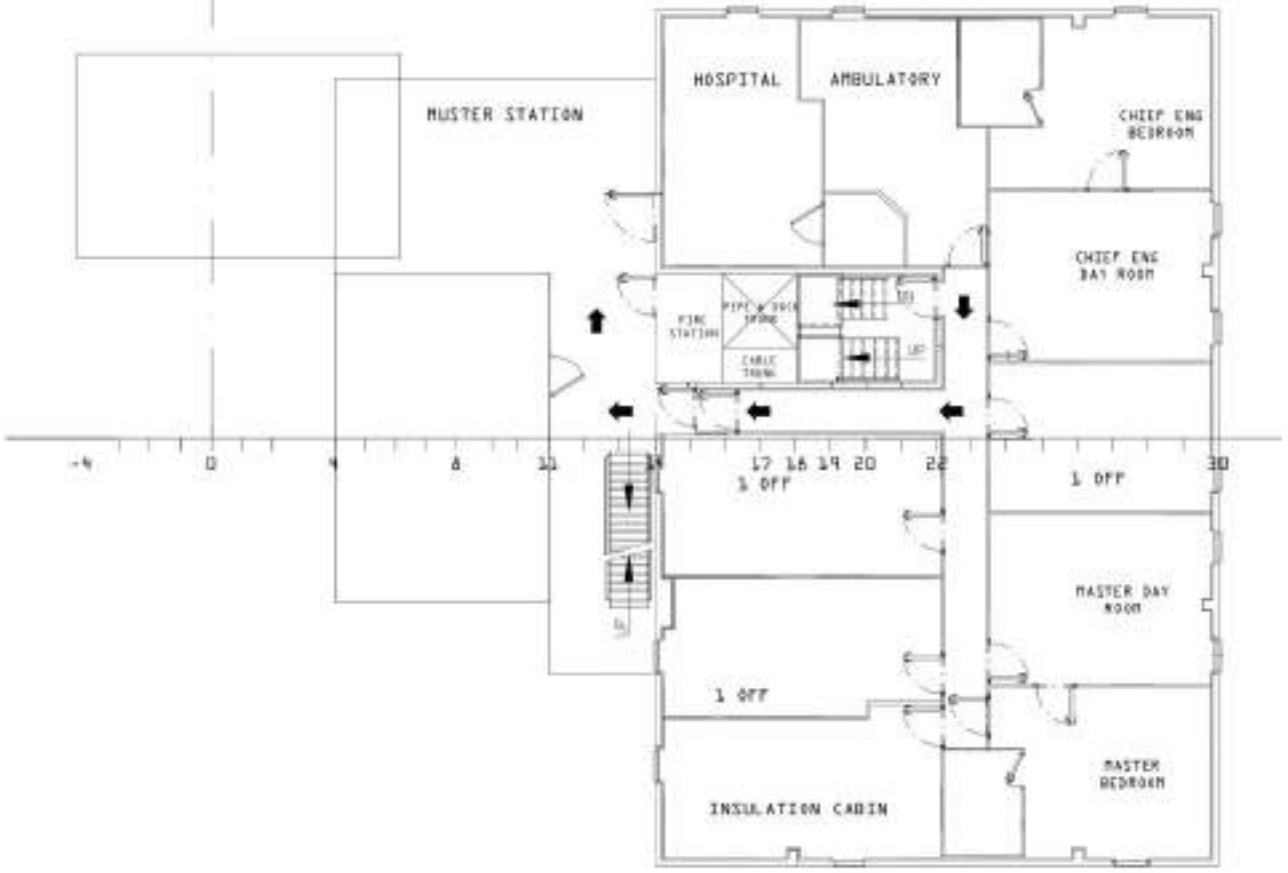
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.73 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

B12204B003

"B" DECK

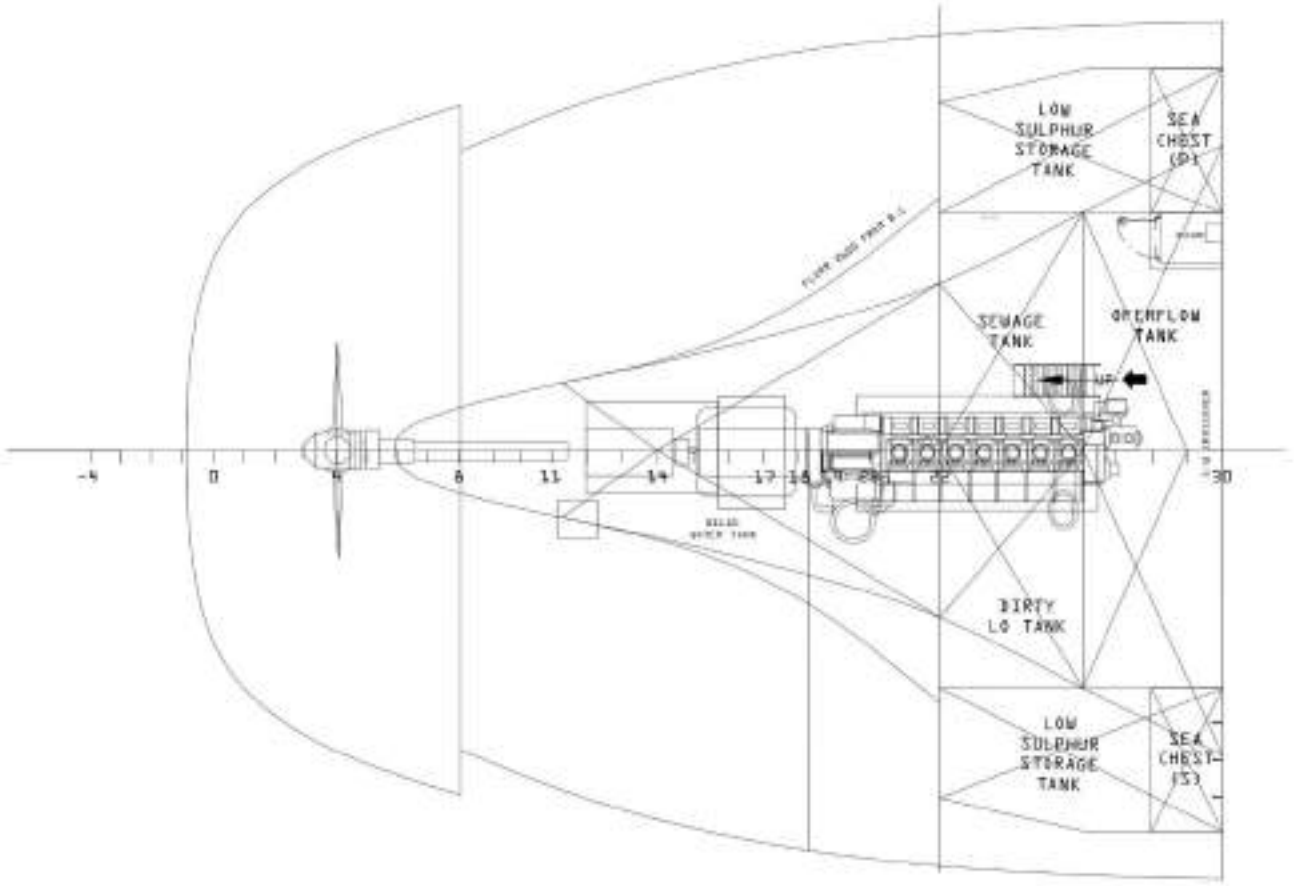


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.68 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker(S)

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

DOUBLE BOTTOM

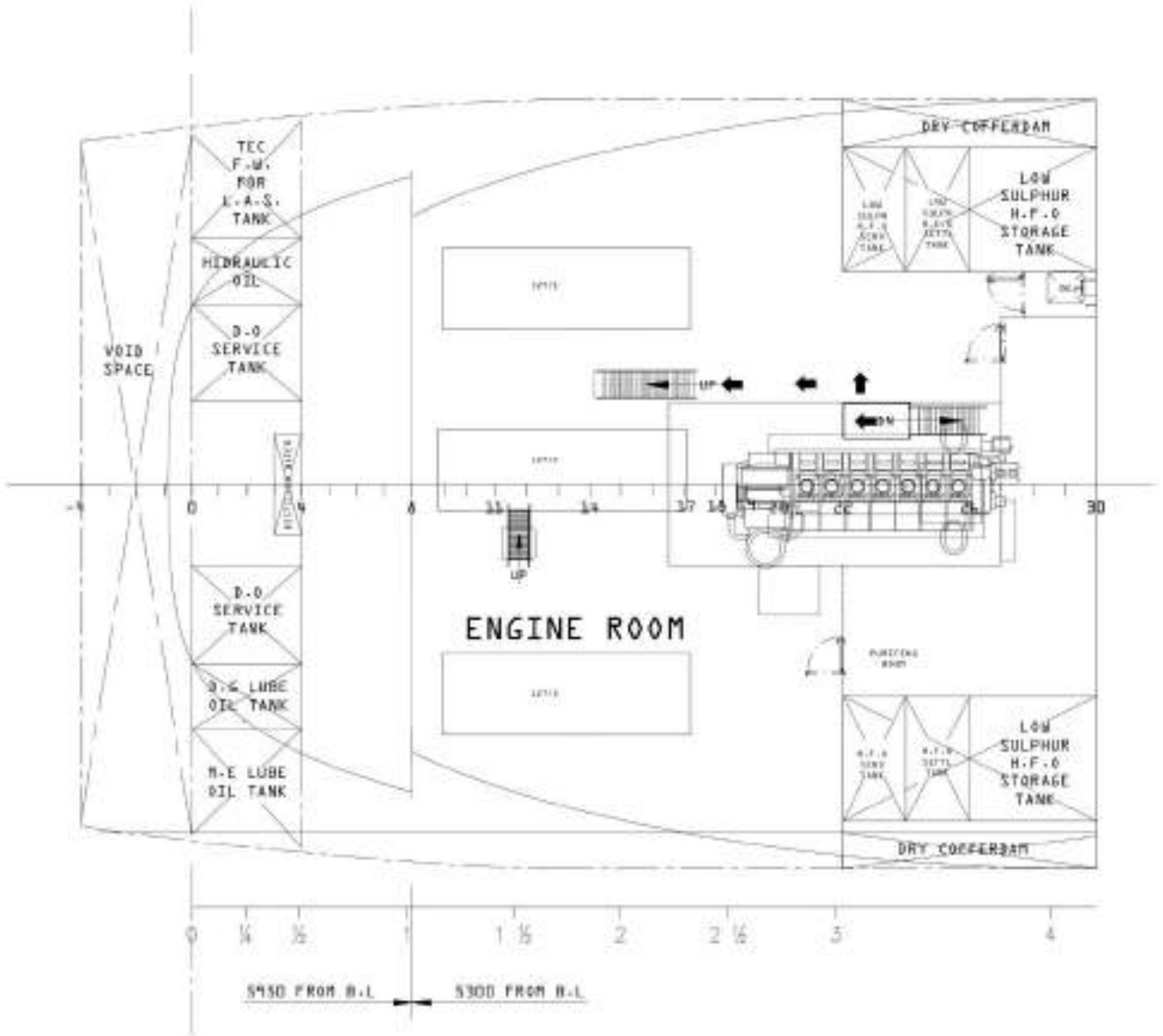


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded D	:	16.90 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

MACHINERY FLAT

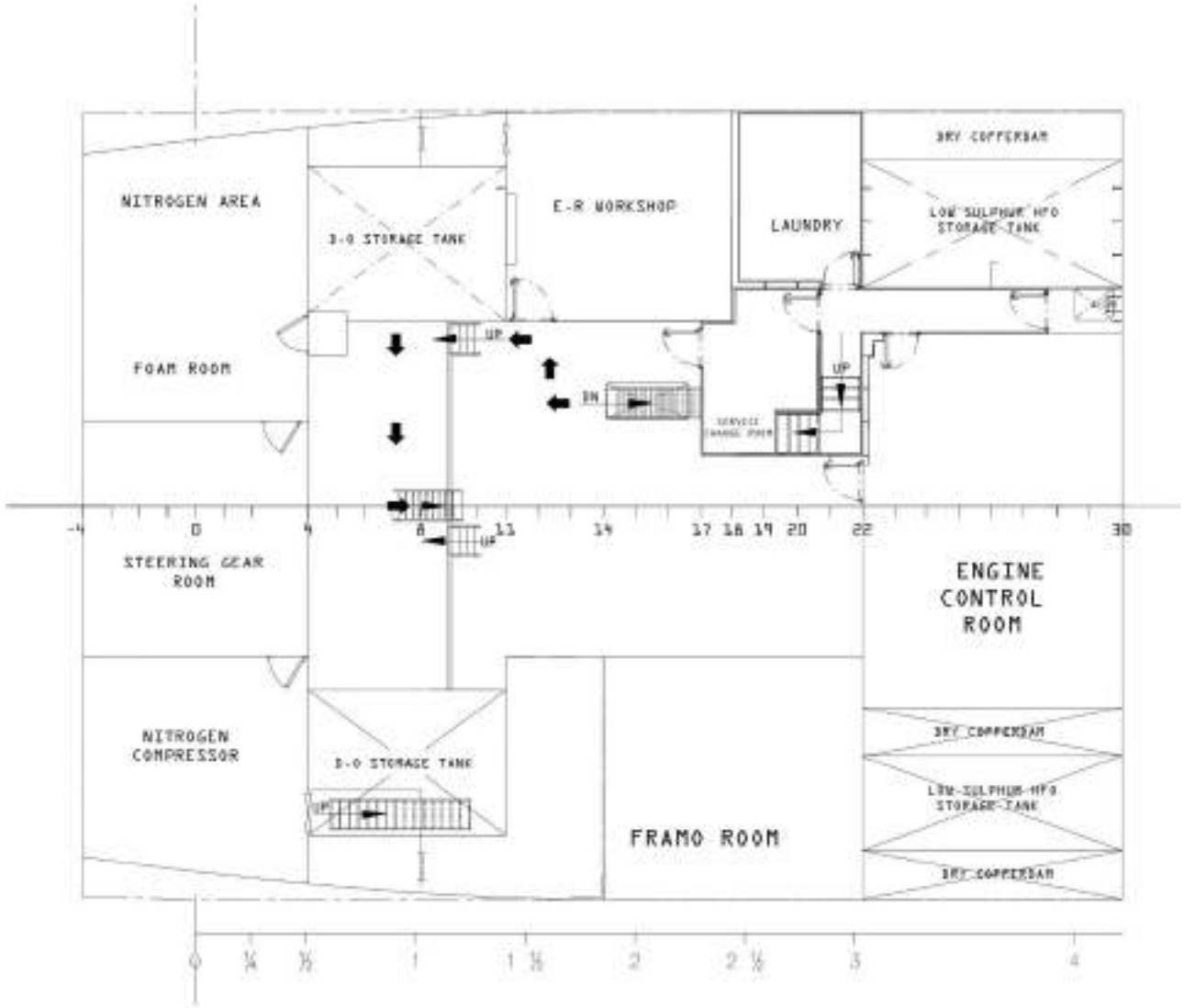


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.50 m
Depth	-	8.60 m
Draft	-	6.20 m
Crew	-	18
TYPE	-	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

MAIN DECK

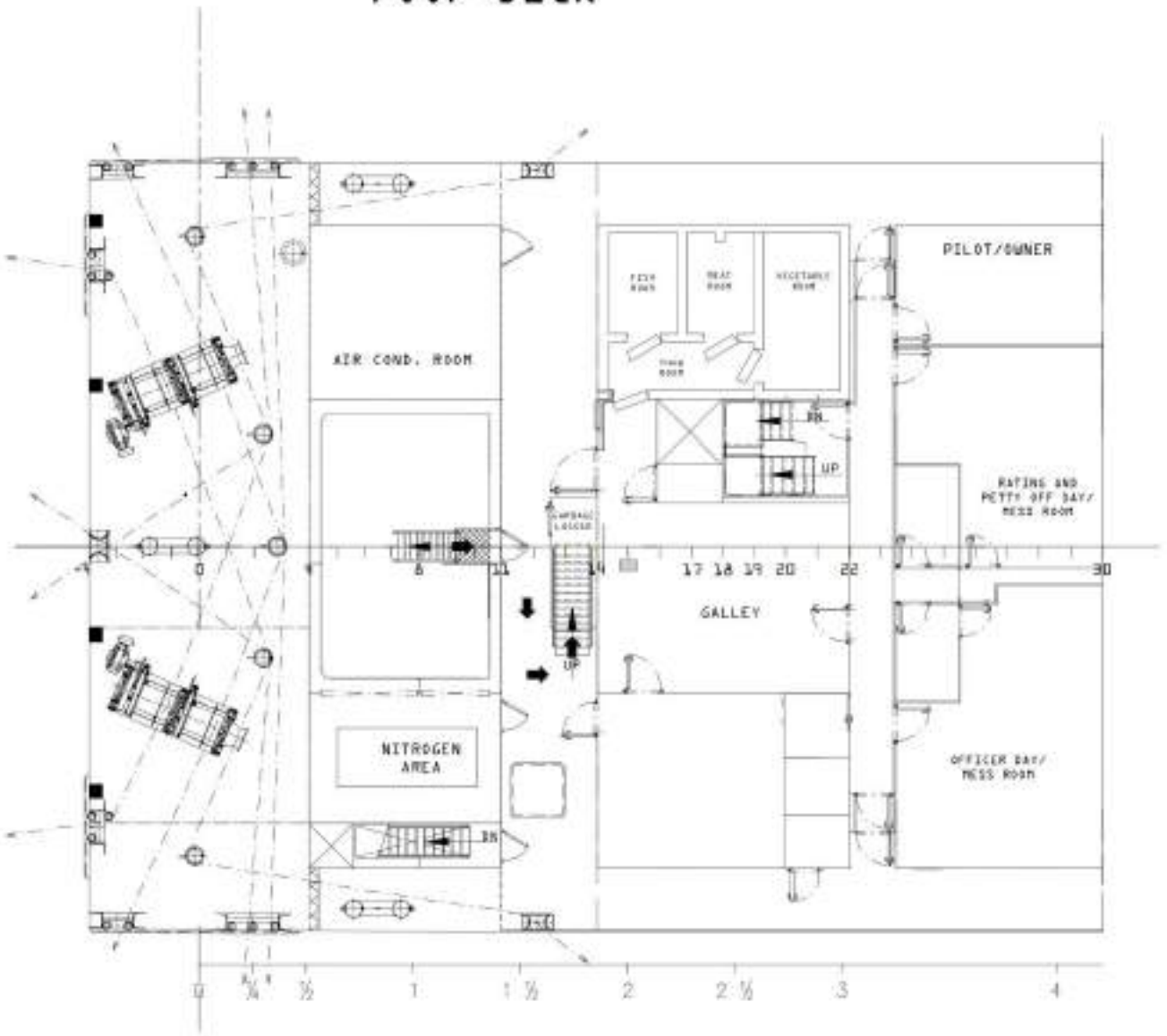


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded D	:	9.90 m
Depth	:	6.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

POOP DECK

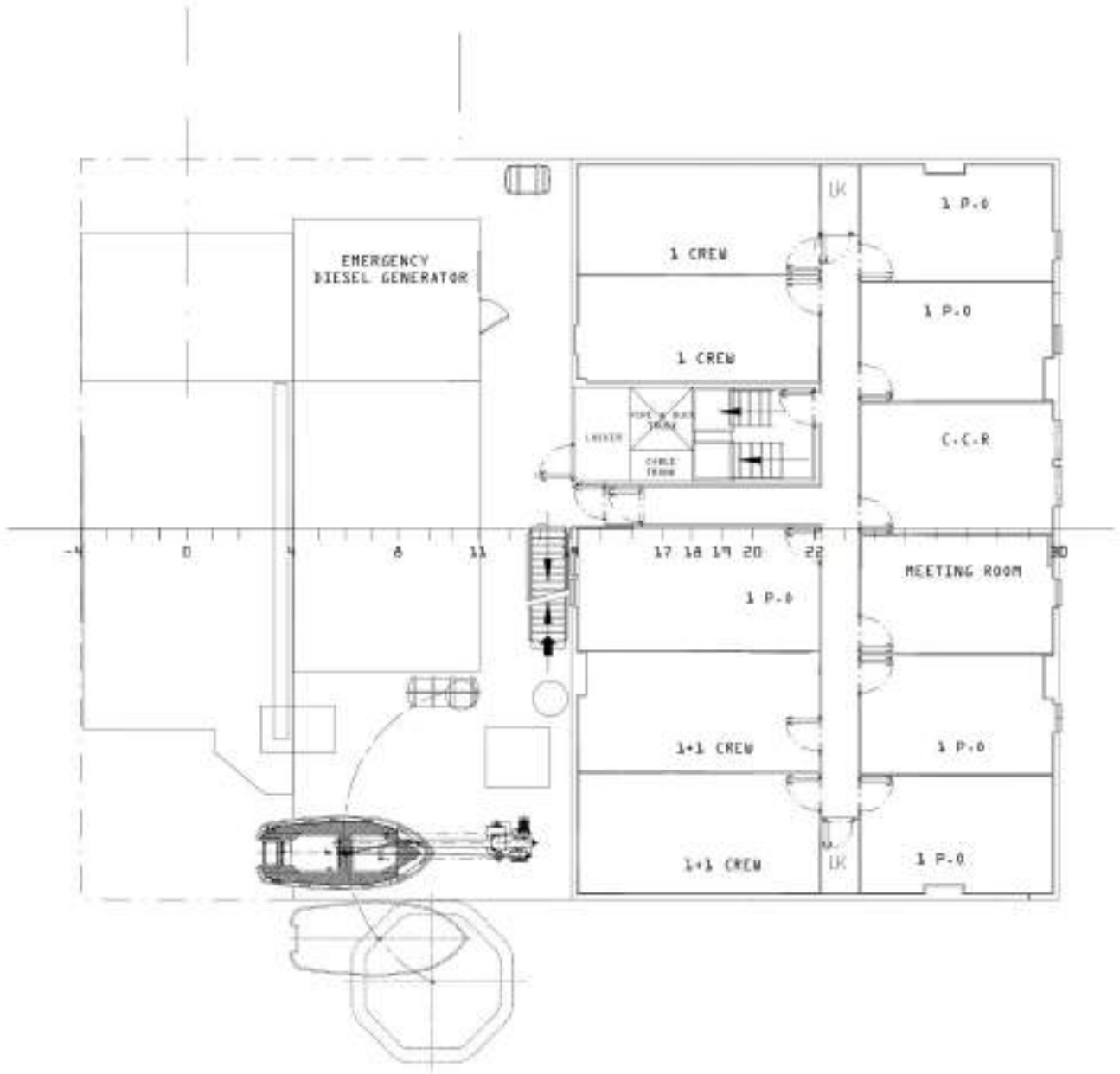


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded D	:	9.90 m
Depth	:	6.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

"A" DECK

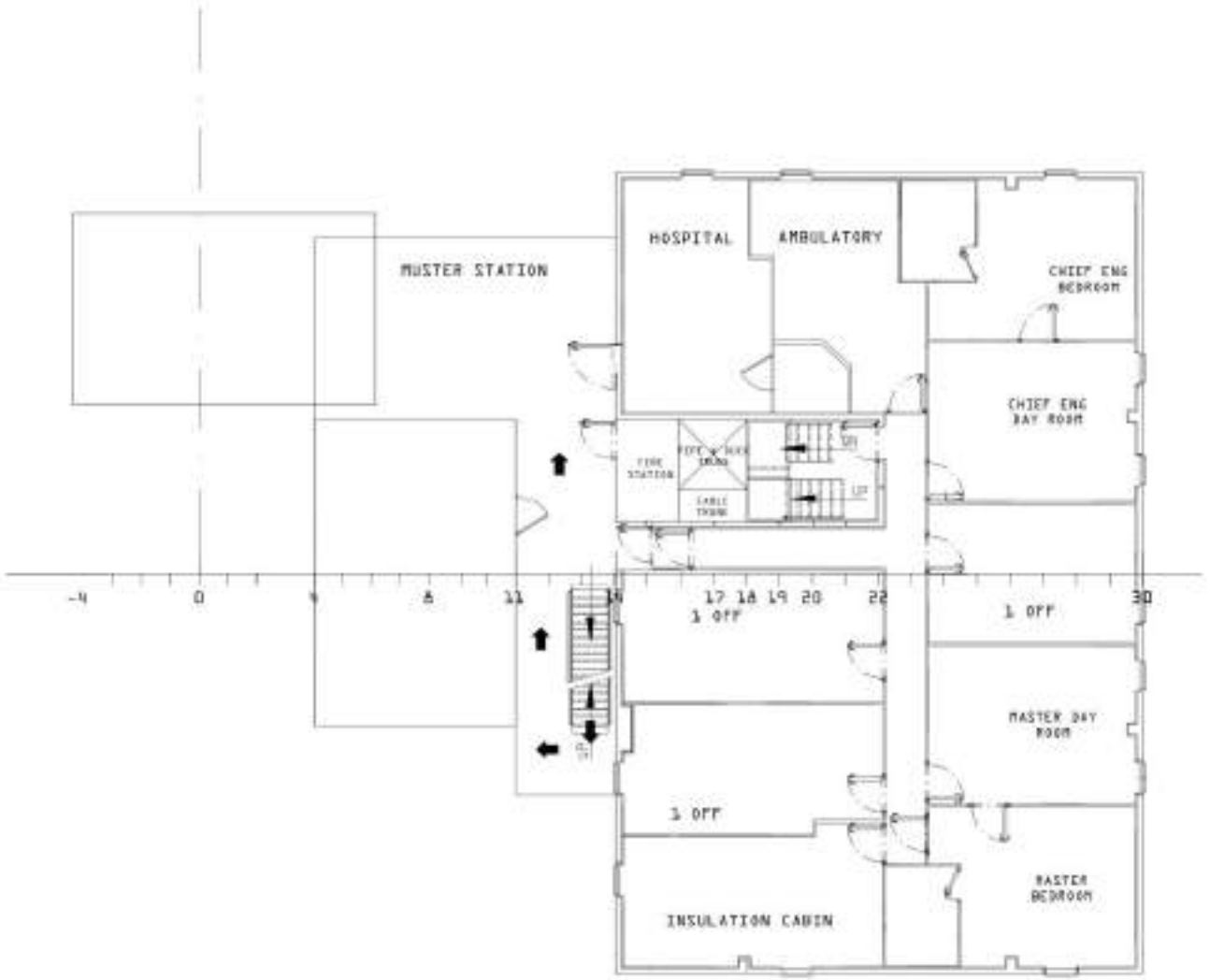


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded D	:	9.90 m
Depth	:	6.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

"B" DECK



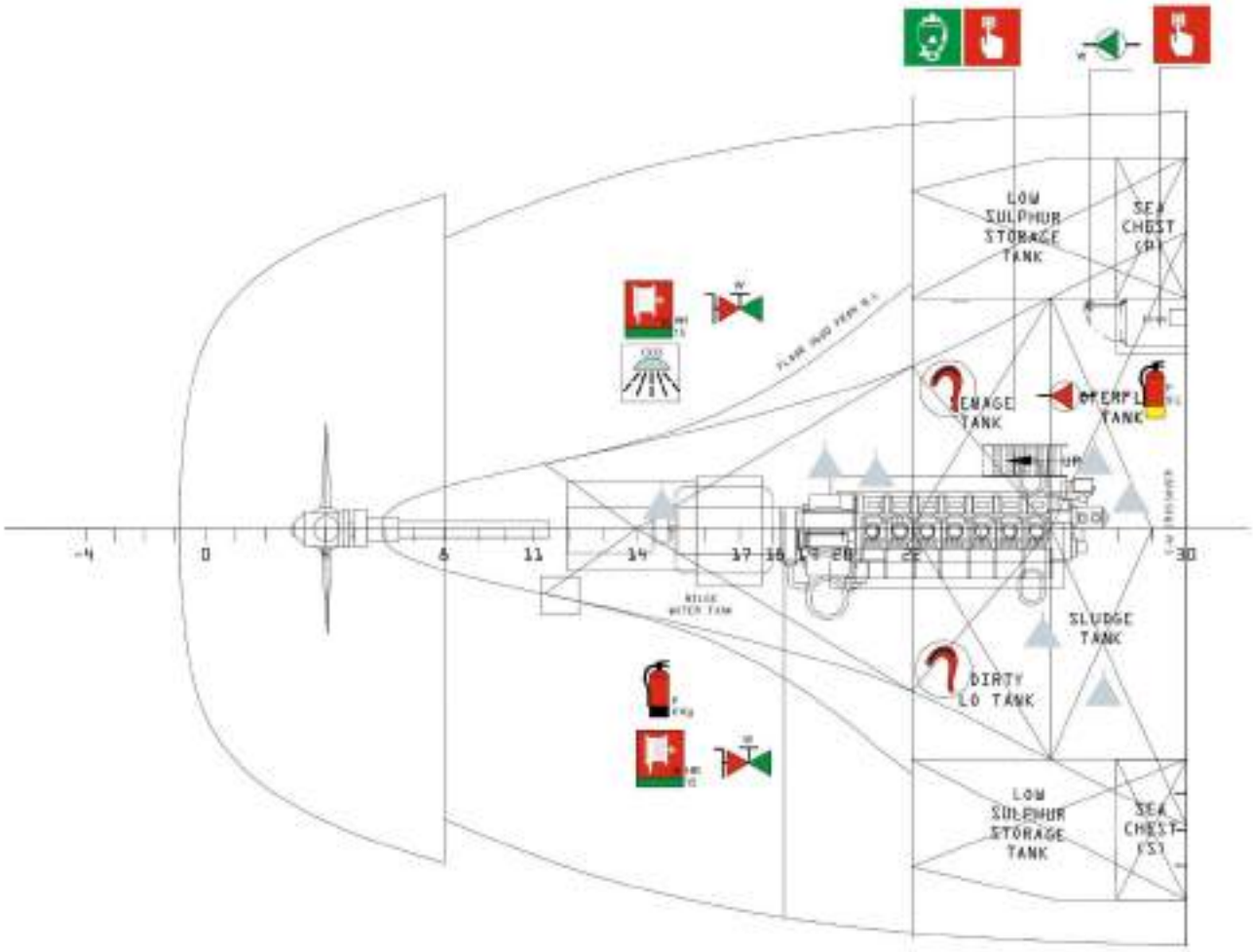
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	108.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

813948003

DOUBLE BOTTOM

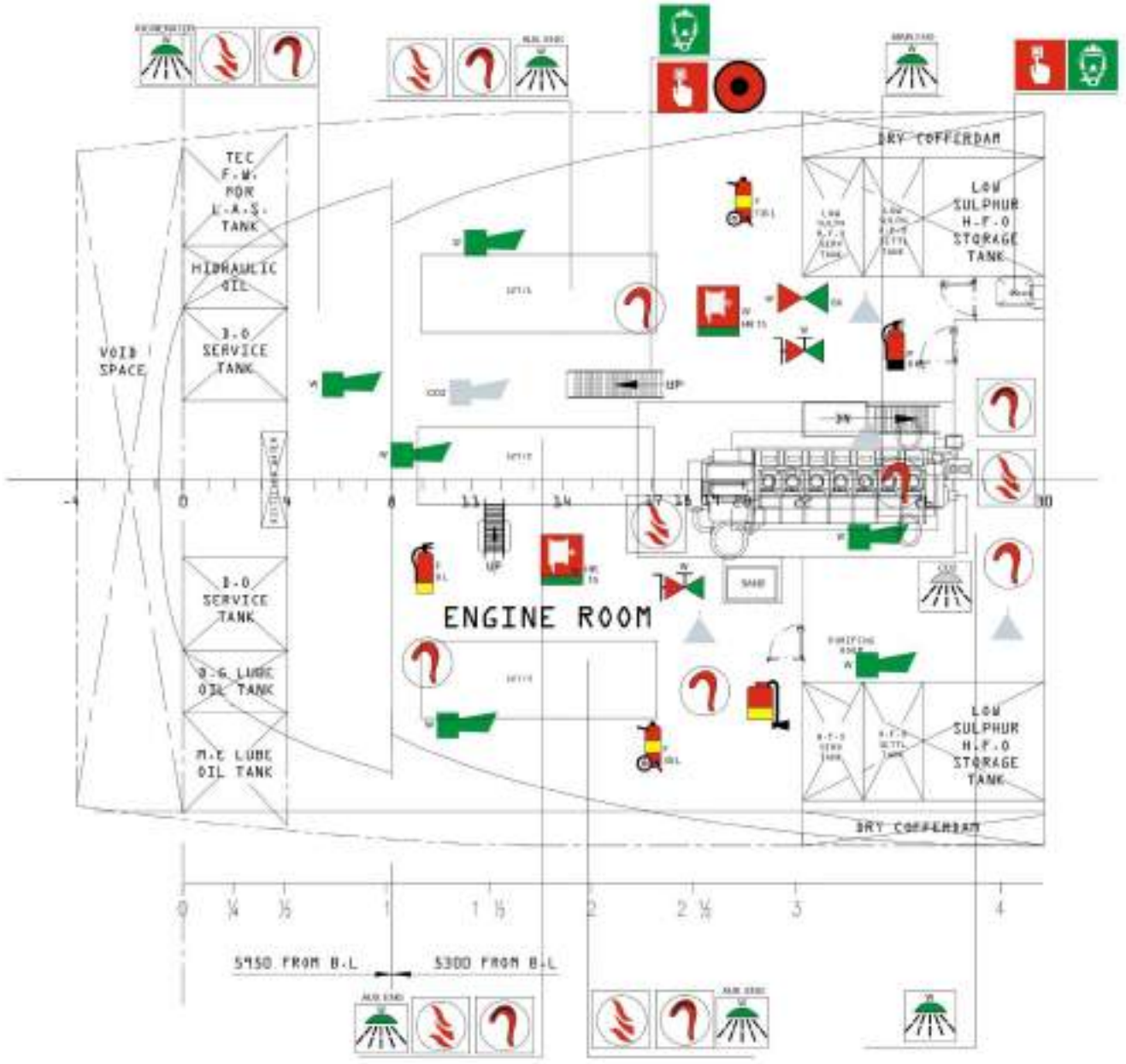


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

MACHINERY FLAT

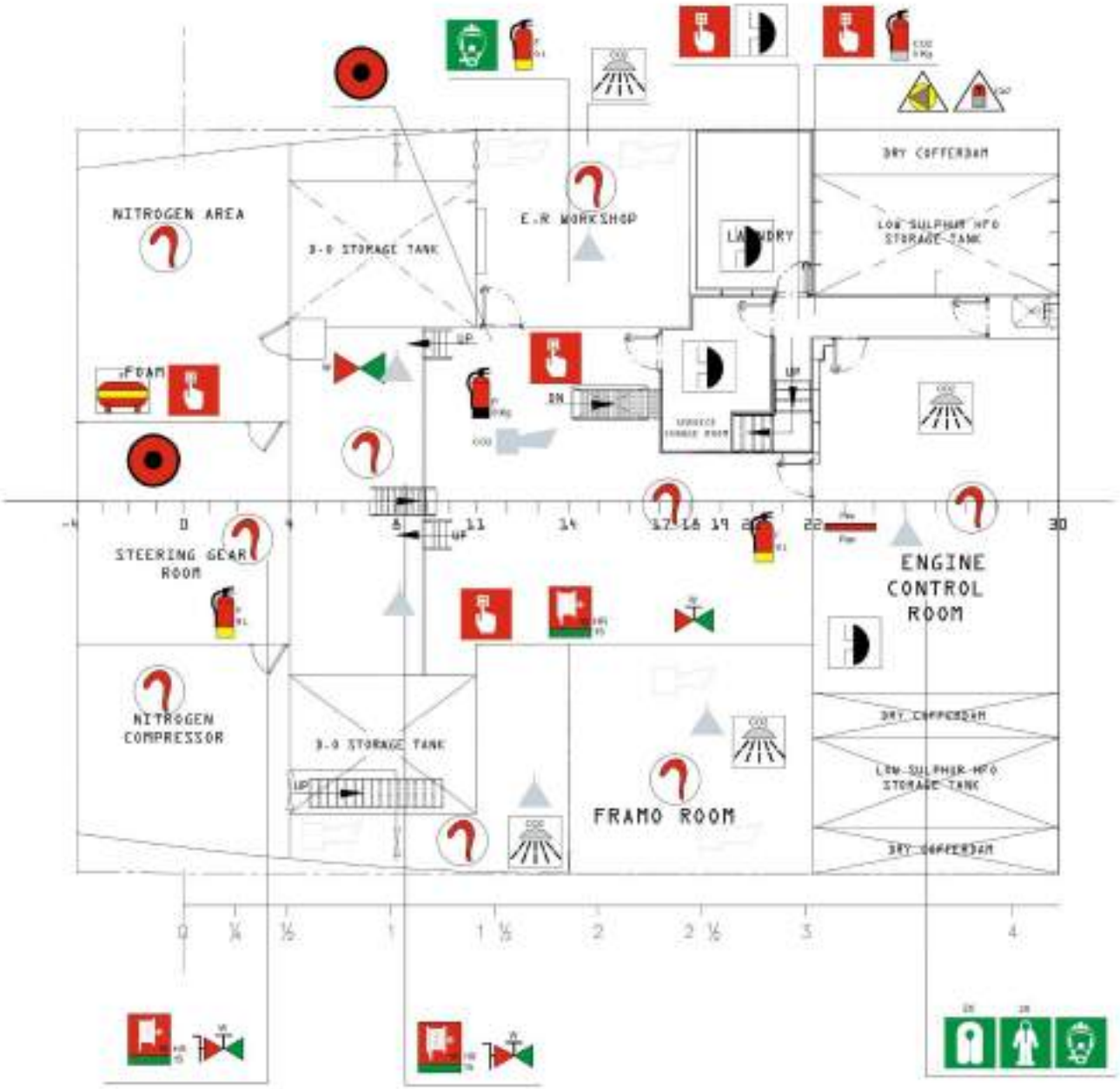


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	[illegible] m
LBP	-	[illegible] m
Moulded B	-	[illegible] m
Depth	-	[illegible] m
Draft	-	[illegible] m
Crew	-	[illegible]
TYPE	-	TANKER

TANKER

SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

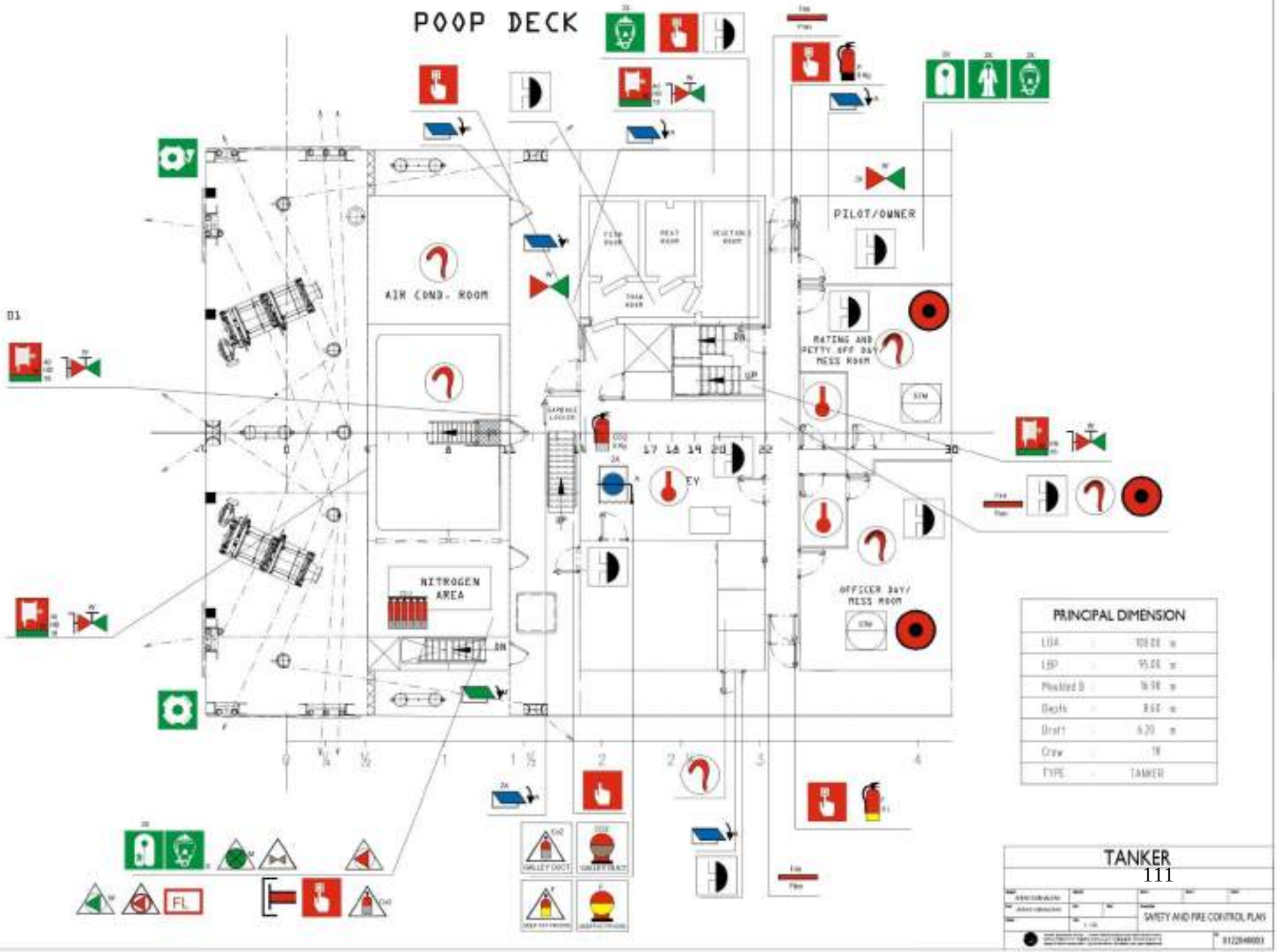
MAIN DECK

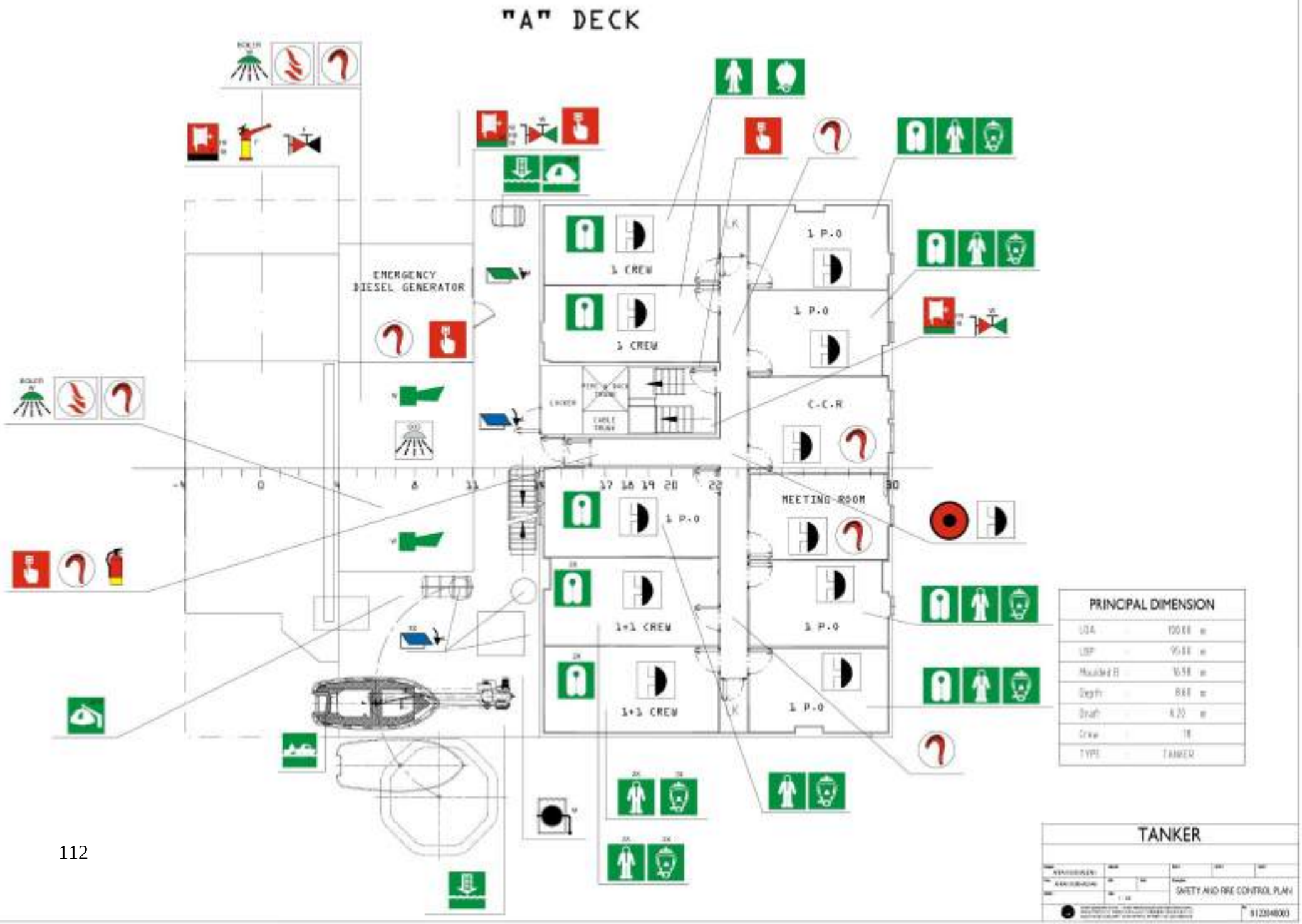


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.60 m
Draft	-	6.20 m
Crew	-	18
TYPE	-	TANKER

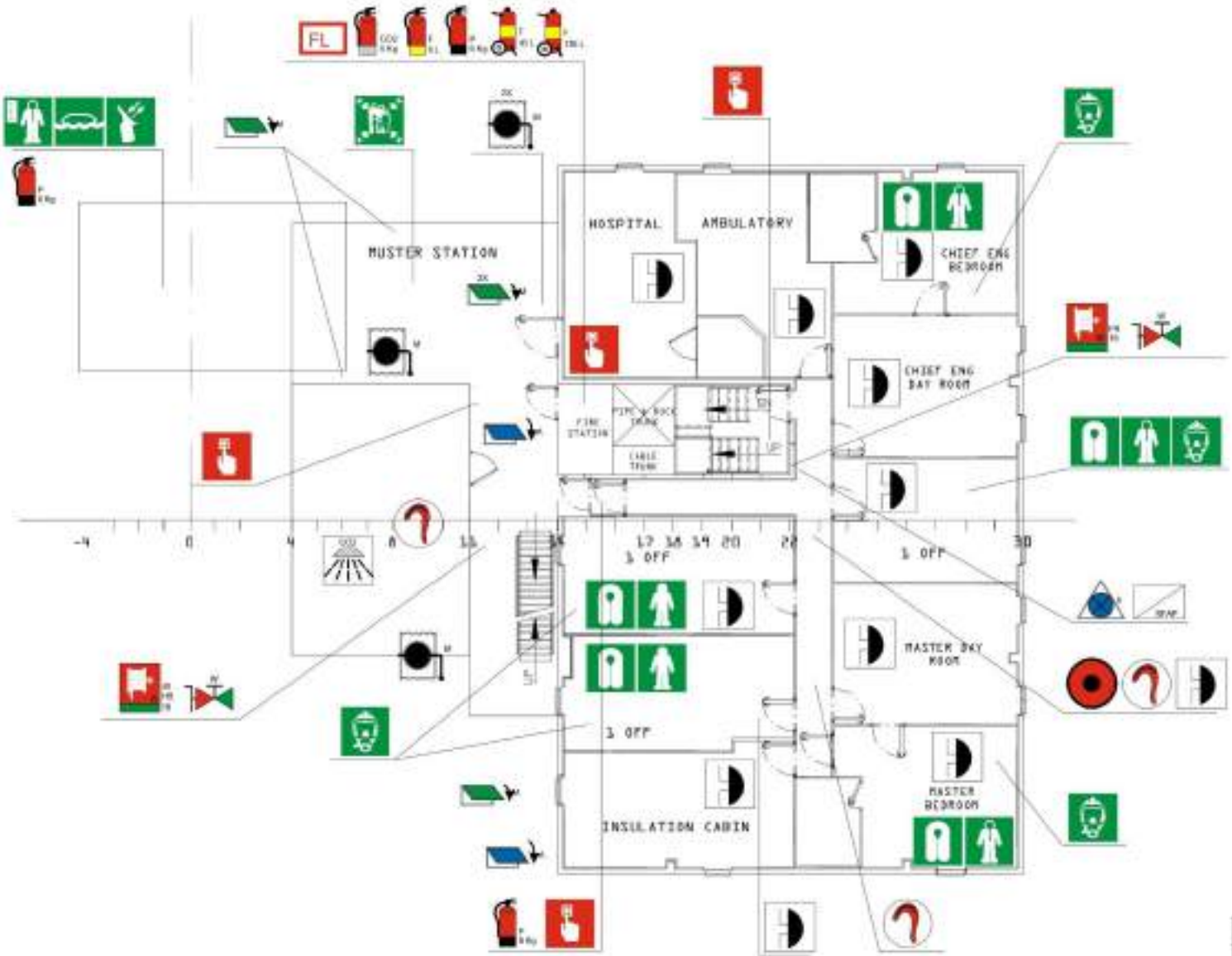
TANKER

SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN


POOP DECK
AIR COND. ROOM
NITROGEN AREA
PILOT/OWNER
RATING AND PETTY OFF DAY MESS ROOM
OFFICER DAY/ MESS ROOM
D1
FL
PRINCIPAL DIMENSION
LOA : 100.00 m
LBP : 95.00 m
Moulded D : 16.00 m
Depth : 8.60 m
Draft : 6.20 m
Crew : 18
TYPE : TANKER
TANKER
SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN


"A" DECK
EMERGENCY DIESEL GENERATOR
1 CREW
1 CREW
1 P.O
1 P.O
C.C.R
MEETING ROOM
1 P.O
1+1 CREW
1+1 CREW
1 P.O
1 P.O
PRINCIPAL DIMENSION
LOA
LBP
Moulded D
Depth
Draft
Crew
TYPE
TANKER
TANKER
SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

"B" DECK



PRINCIPAL DIMENSION	
LOA	100.00 m
LBP	95.00 m
Moulded D	16.50 m
Depth	8.60 m
Draft	6.20 m
Crew	18
TYPE	TANKER

TANKER

SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

	SYMBOL	DESIGNATION	CO2 SYSTEM	MACHINERY PLAT	MAIN DECK	POOP DECK	"A" DECK	"B" DECK	TOTAL
LIFE SAVING APPLIANCES		TOTALLY ENCLOSED MOTOR LIFEBOAT (TEEMTL) LITHIUM BATTERY FOR 24 HRS/RUN						1	1
		RESCUE BOAT FOR 6 PERSONS WITH 25 HP OUTBOARD PETROL ENGINE					1		1
		INFLATABLE LIFERAFT FOR 25 PERSONS WITH HYDROSTATIC RELEASE					1		1
		INFLATABLE LIFERAFT FOR 20 PERSONS (CANOPIED TYPE)					1		1
		LIFEBUOY				1			1
		LIFEBUOY WITH SELF IGNITING LIGHT							
		LIFEBUOY WITH SELF IGNITING LIGHT				1			1
		LIFEBUOY WITH SELF IGNITING LIGHT AND SMOKE SIGNAL FOR DAY AND NIGHT SIGNALLING DEVICE						2	2
		LIFEJACKET WITH LIGHT AND WHISTLE			2	2	11	5	20
		LIFEJACKET FOR CHILDREN			3				3
		IMMERSION SUIT			2	2	11	5	20
		RADAR TRANSPONDER						1	1
		ILLUMINATION LADDER							
		RESCUE BOAT HOOK						1	1
		EMERGENCY ESCAPE BREATHING DEVICES (EEBD)	1	1	1	4		3	14
		EMERGENCY ESCAPE BREATHING DEVICE (EEBD) FOR ENGINE				1			1
		THERMAL PROTECTIVE AIDS						2	2
REMOTE CONTROL		SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN			1	1			2
		VALVE OPEN FOR ENGINE ROOM VENTILATIONS				1			1
		VALVE OPEN FOR ACCOMM. & SERVICE SPACE VENTILATIONS						1	1
		LOCAL CLOSING VALVES LOCATION FOR CAST OFF FUEL TANK				1			1
		REMOTE SHUT OFF FOR FUEL PUMPS, LUB PUMPS & OIL PUMPS			1				1
		REMOTE CONTROL FOR BILGE/BALLAST PUMP				1			1
		REMOTE CONTROL FOR EMERGENCY FIRE PUMP				1			1
		CLOSING DEVICE FOR MAIN ACCOMM. & SERVICE SPACES VENT. INLET OR OUTLET				5	4	2	11
		CLOSING DEVICE FOR MACHINERY SPACE VENT. OUTLET OR INLET					1	5	6
		FIRE DAMPER FOR ACCOMM. & SERVICE SPACES VENT.				3			3
		FIRE DAMPER FOR MACHINERY VENTILATORS					1	4	5
FIREMAN'S OUTFIT		2 SETS WITH FIREMAN'S OUTFITS: 1 x FIRE PROTECTIVE CLOTHING 1 x PAIR OF BOOT 1 x GLOVES 1 x RIGID HELMET 1 x FIRE AXE 1 x TORCH LAMP 1 x BREATHING APPARATUS (SCBA) 1 x LIFE RACKET 1 x SELF CONTAINED BREATHING APPARATUS 1200 L/min (INCL. SAFETY REEL) 1 x SPARE AIR BOTTLES (1200 L/min EACH) 1 x 30 M FIRE SAFETY LINE 1 x DRILL				1			2	4
		FIRE BLANKET				1			1
		BREAK TRANSLUMINAL (BREAK IN REEL 30)				1			1
		SHIP WITH SAND AND CHANNELS		1					1
	SYMBOL	DESIGNATION	CO2 SYSTEM	MACHINERY PLAT	MAIN DECK	POOP DECK	"A" DECK	"B" DECK	TOTAL

	SYMBOL	DESIGNATION	CO2 SYSTEM	MACHINERY PLAT	MAIN DECK	POOP DECK	"A" DECK	"B" DECK	TOTAL
FIRE EXTINGUISHER		PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (CO2 TYPE 5 KG)			1	1			2
		PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 9 LITER)	1	1	4	1	1		8
		PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (DRY POWDER TYPE 6Kg)	1	1	2	1		2	7
		REMOVABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 45 LITERS)		1					1
		REMOVABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 135 LITERS)		1					1
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (CO2 TYPE 5KG)						2	2
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 9 LITER)						4	4
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (DRY POWDER TYPE 6Kg)						4	4
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 45 LITERS)						1	1
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 135 LITERS)						1	1
		PORTABLE FOAM APPLICATOR UNIT (9 LITER)		1					1
FIRE EXTINGUISHING SYSTEM		EMERGENCY FIRE PUMP (2 nos x 60 m³/hr)	1						1
		FIRE HYDRANT WITH COUPLING FOR FOAM EXTINGUISHER				3	1		
		FIRE HYDRANT WITH COUPLING FOR WATER EXTINGUISHER	1	2	4	11	2	2	
		FIRE MAIN SECTION VALVE			2	4			
		FOAM SECTION VALVE				3			3
		SCREW DOWN BACK FLOW CONNECTION			1				1
		FOAM MONITOR				3	1		4
		FIRE HOSE BOX FOR FOAM EXTINGUISHING SYSTEM (15 m x 40 HOSE, 40 x 12 SPRAY NOZZLE COUPLING STORZ TYPE, SPANNER)			2	2	1		5
		FIRE HOSE BOX FOR WATER EXTINGUISHING SYSTEM (15 m x 40 HOSE, 40 x 19 SPRAY NOZZLE COUPLING STORZ TYPE, SPANNER)				3			3
		FIRE HOSE BOX FOR WATER EXTINGUISHING SYSTEM (15 m x 40 HOSE, 40 x 19 SPRAY NOZZLE COUPLING STORZ TYPE, SPANNER)			1	1	1	1	4
		FIRE HOSE BOX FOR WATER EXTINGUISHING SYSTEM (15 m x 40 HOSE, 40 x 12 SPRAY NOZZLE COUPLING STORZ TYPE, SPANNER)					1	1	2
		CHALARM BOX FOR WATER EXTINGUISHING SYSTEM (15 m x 40 HOSE, 40 x 19 SPRAY NOZZLE COUPLING STORZ TYPE, SPANNER)	1		1				2
		FIRE HOSE BOX FOR WATER EXTINGUISHING SYSTEM (15 m x 40 HOSE, 40 x 19 SPRAY NOZZLE COUPLING STORZ TYPE, SPANNER)			1				1
		FIRE HOSE BOX FOR DRY CHEMICAL EXTINGUISHING SYSTEM (15 m x 40 HOSE, 40 x 19 SPRAY NOZZLE COUPLING STORZ TYPE, SPANNER)	1	1	1				3
		FIXED FIRE EXTINGUISHING INSTALLATION (FOR ENGINE)			1				1
DETECTING & ALARM SYSTEM		MANUAL OPERATED CALL POINT	3	2	8	7	4	4	27
		SMOKE DETECTOR	2	3	12	8	7	5	36
		HEAT DETECTOR				3			3
		PUSH BUTTON/BUTTON FOR GENERAL ALARM		1	2	3	1	1	8
		FIRE ALARM PANEL (FIRE DETECTING SYSTEM)						1	1
		REPEATER FIRE ALARM PANEL (FIRE DETECTING SYSTEM)						1	1
		BUTTON (FIRE)		3	6				9
		FIRE ALARM BELL & (GENERAL ALARM)			4	5	11	11	30
		LOUDSPEAKER (PANEL) (LIFT VOLUME)		1	1				2
CO2 SYSTEM		CO2 RELEASE STATION			1	1			2
		CO2 CYLINDERS (20 KG EACH) (QTY.) (INSTALLED)			1				1
		CO2 CYLINDER BOOSTER FOR CO2 FIRE EXTINGUISHING SYSTEM	1	6	7				20
		SPACE PROTECTED BY CO2 FIRE EXTINGUISHING SYSTEM	1	2	6	1	1	1	11
		REMOTE RELEASE STATION FOR VALVE (OPEN SHUT VALVE)				1			1
		FIXED FIRE EXTINGUISHING BOTTLE FOR VALVE (CO2)				1			1
CHEMICAL APPLICATION SYSTEM		VALVE PRESSURE PUMP (100 L/min X 70 Bar)	1						1
		SPACE PROTECTED BY WATER MIST SYSTEM		1			1		2
		SECTION VALVE (WATER SYSTEM)		1	1				2
		REMOTE RELEASE (CO2 OPERATED MIST SYSTEM)				1			1
		ACOUSTIC SPEAKER FOR HYPER MIST SYSTEM		1			1		2
		SMOKE DETECTOR FOR HYPER MIST SYSTEM		1			1		2
		FLAME DETECTOR FOR HYPER MIST SYSTEM		1			1		2
		REMOTE RELEASE STATION FOR DECK FOAM PROTECTION SYSTEM				1			1
		CHECK VALVE (OPEN/SHUT) (FOR ENGINE ROOM)				1			1
	SYMBOL	DESIGNATION	CO2 SYSTEM	MACHINERY PLAT	MAIN DECK	POOP DECK	"A" DECK	"B" DECK	TOTAL

PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.00 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

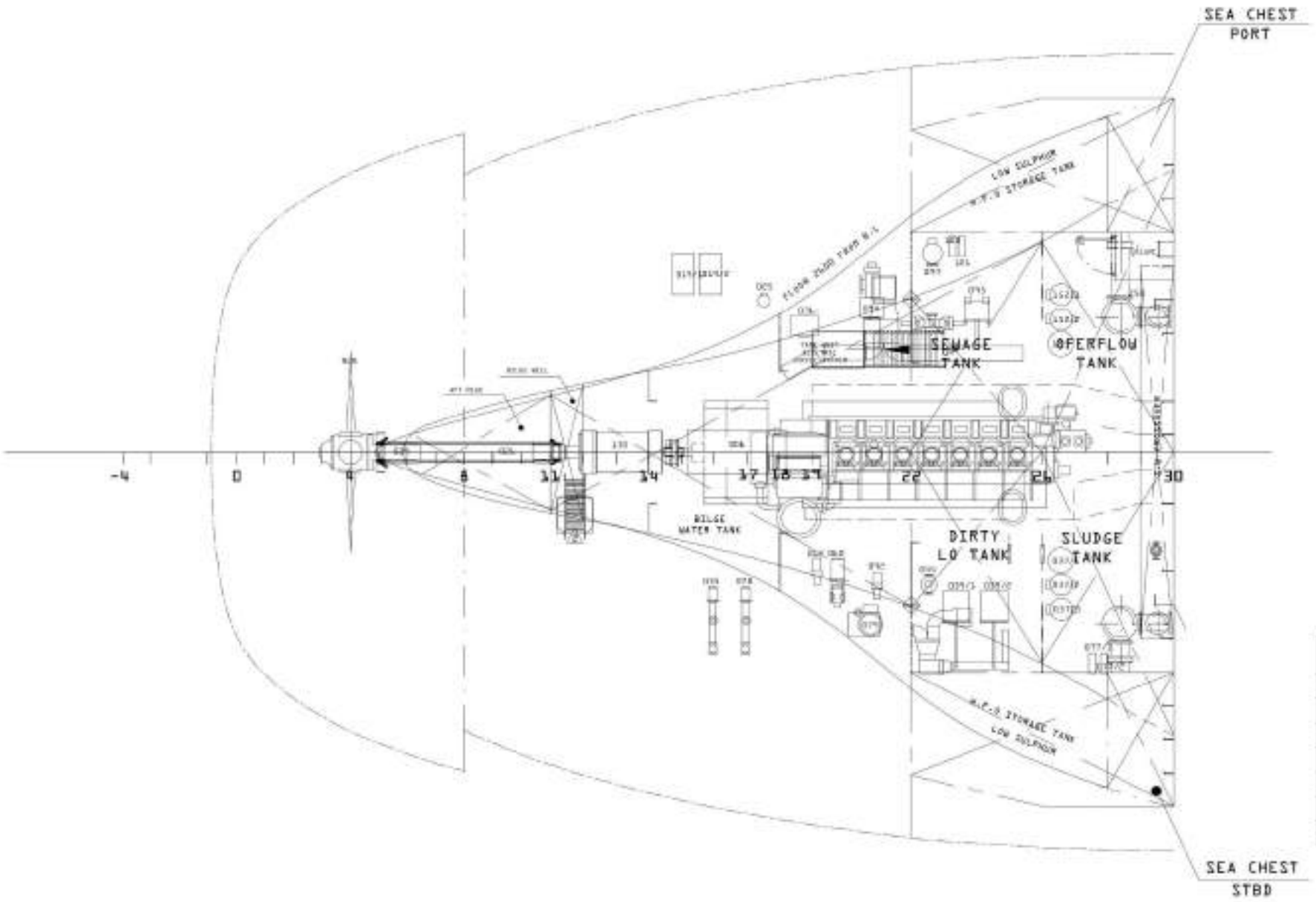
SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

1114

LAMPIRAN II
DATA REDESAIN

(Hal ini sengaja dikosongkan)

FLOOR PLAN



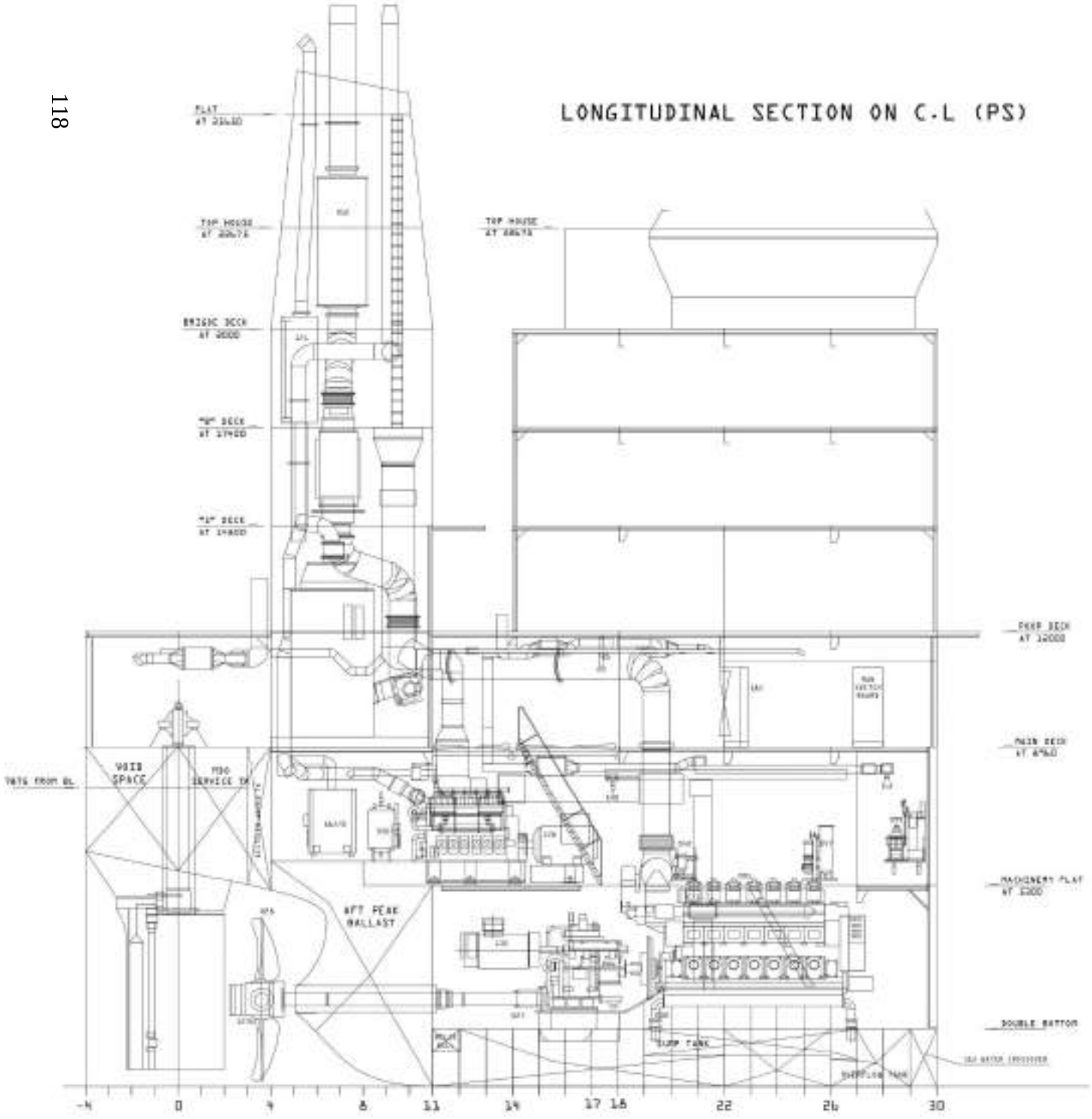
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.00 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

B12304B000

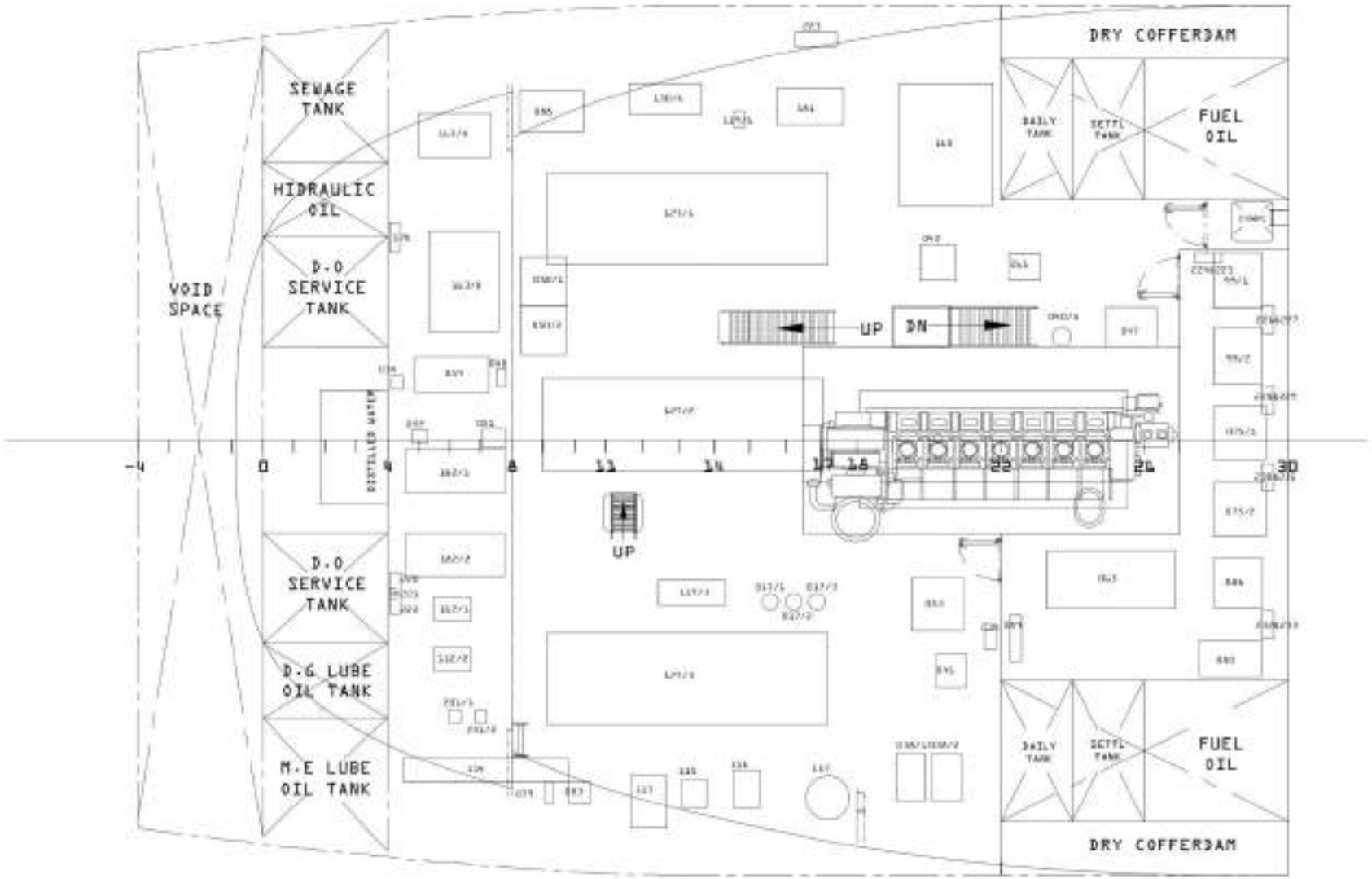
LONGITUDINAL SECTION ON C.L (PS)



PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	183.00 m
LBP	:	175.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	5.28 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER				
				ARRANGEMENT ENGINE ROOM
				812004003

MACHINERY FLAT

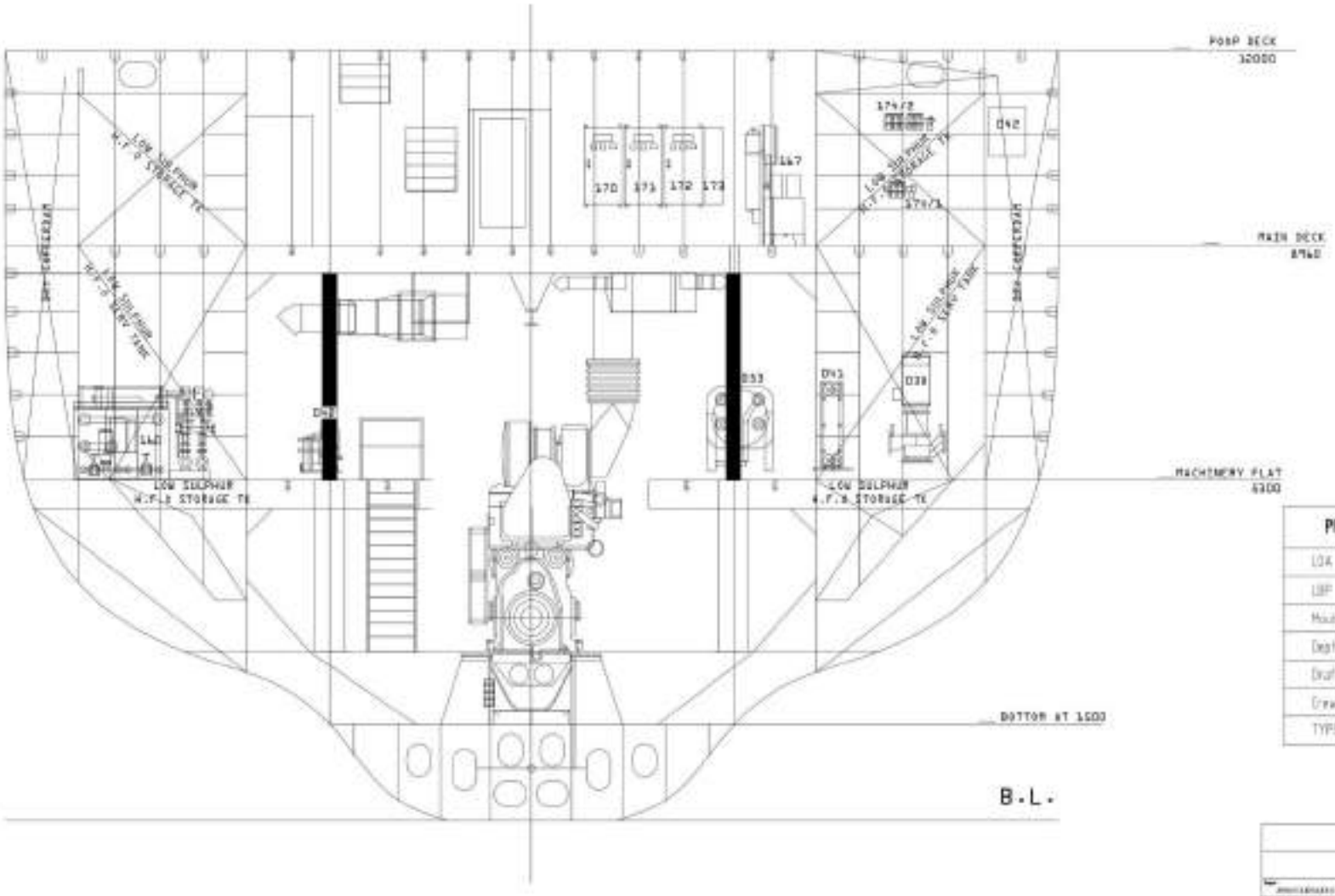


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.66 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker/LR

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

TRANSVERSAL SECTION
FRAME 20-22



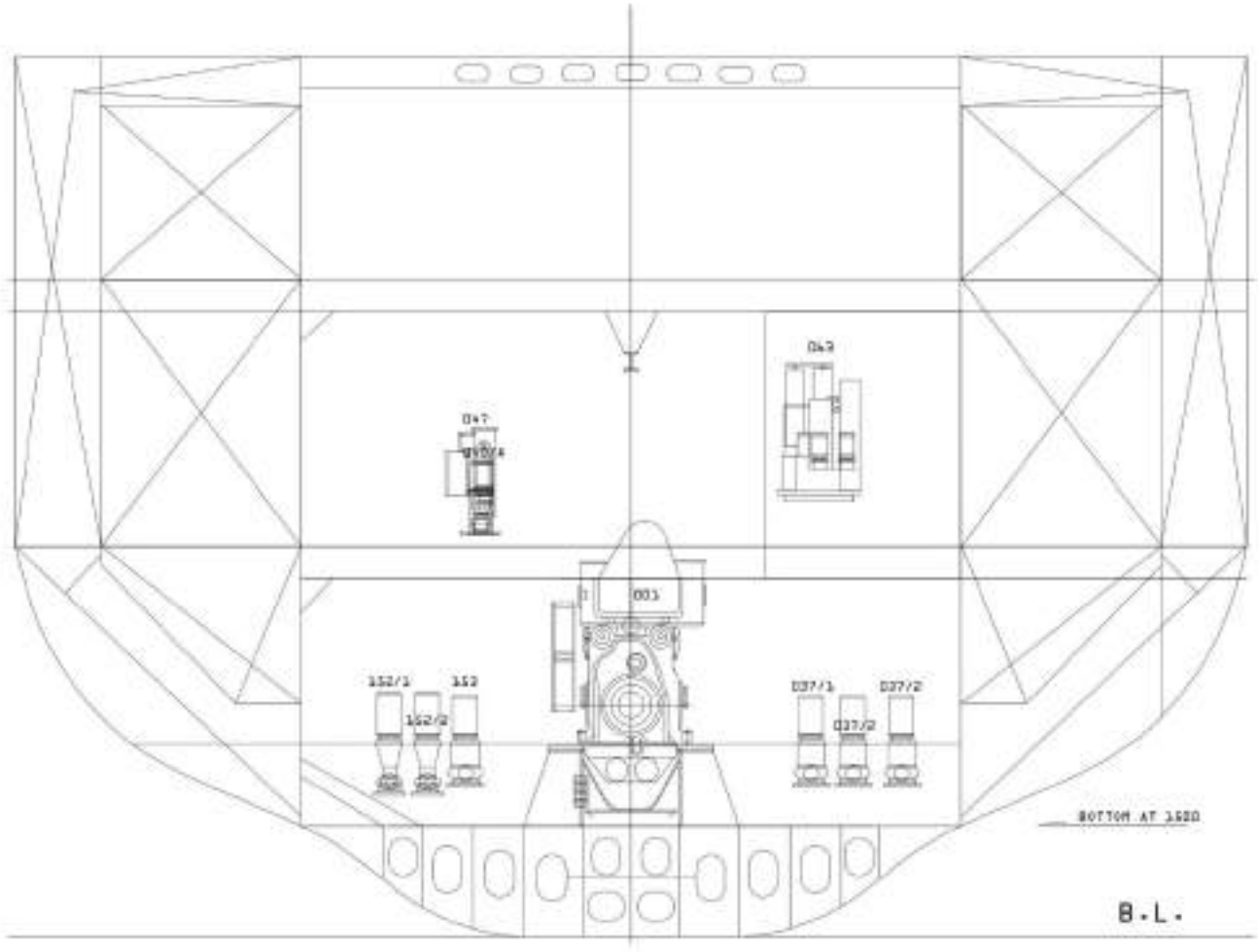
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.66 m
Draft	-	6.23 m
Crew	-	18
TYPE	-	TANKER

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

812304R003

TRANSVERSAL SECTION
FRAME 26

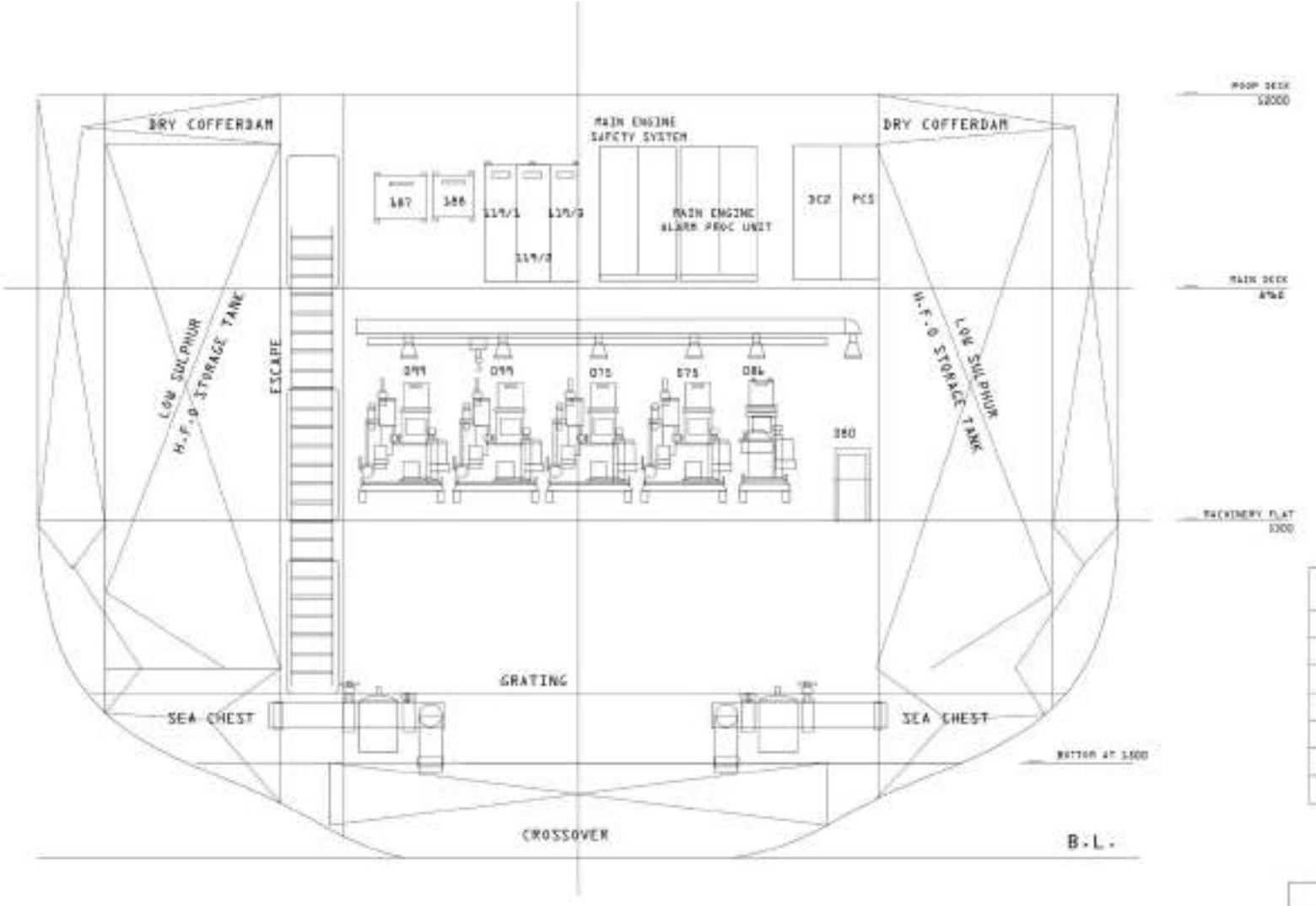


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	180.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	9.60 m
Draft	:	6.23 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

TRANSVERSAL SECTION
FRAME 28~30



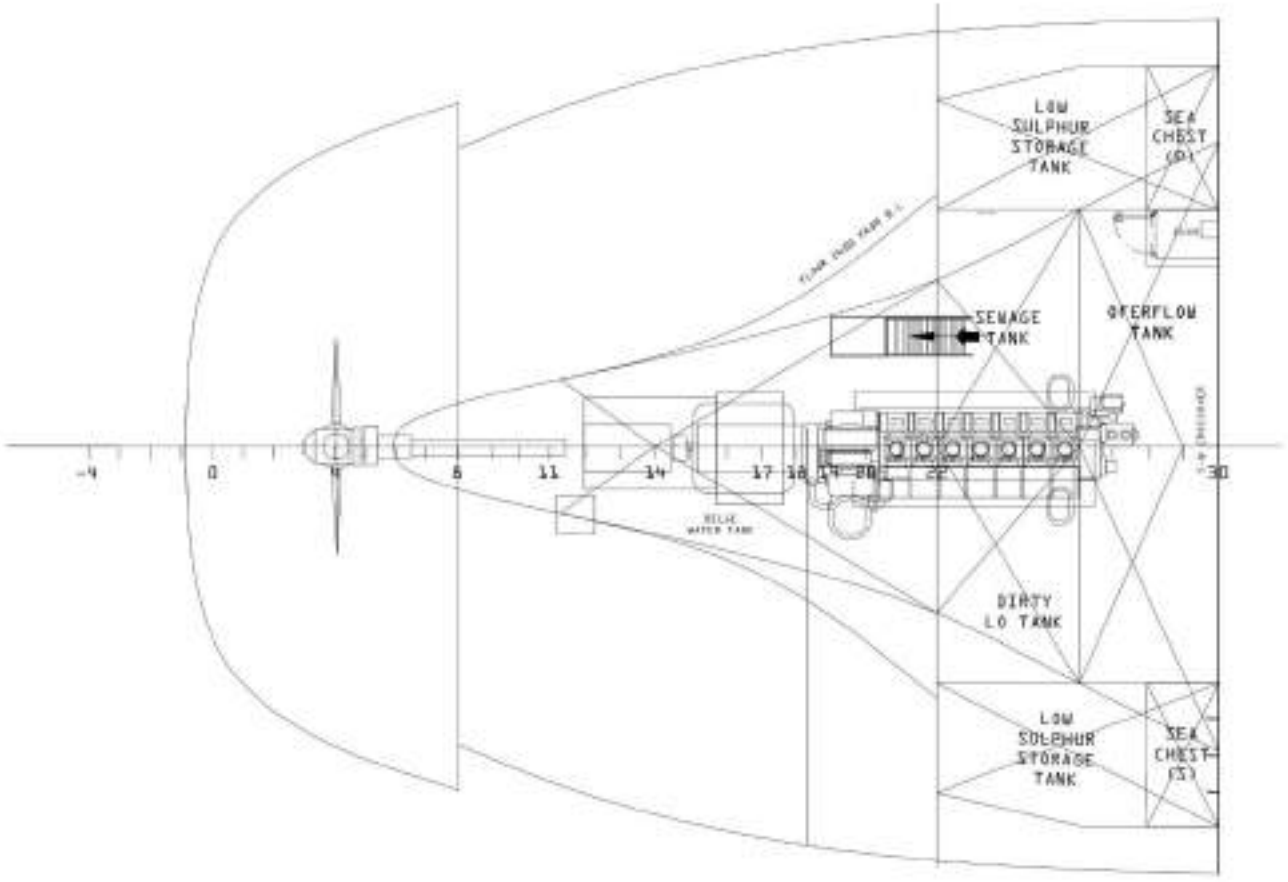
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	180.00 m
LBP	:	170.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	9.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

813040003

DOUBLE BOTTOM

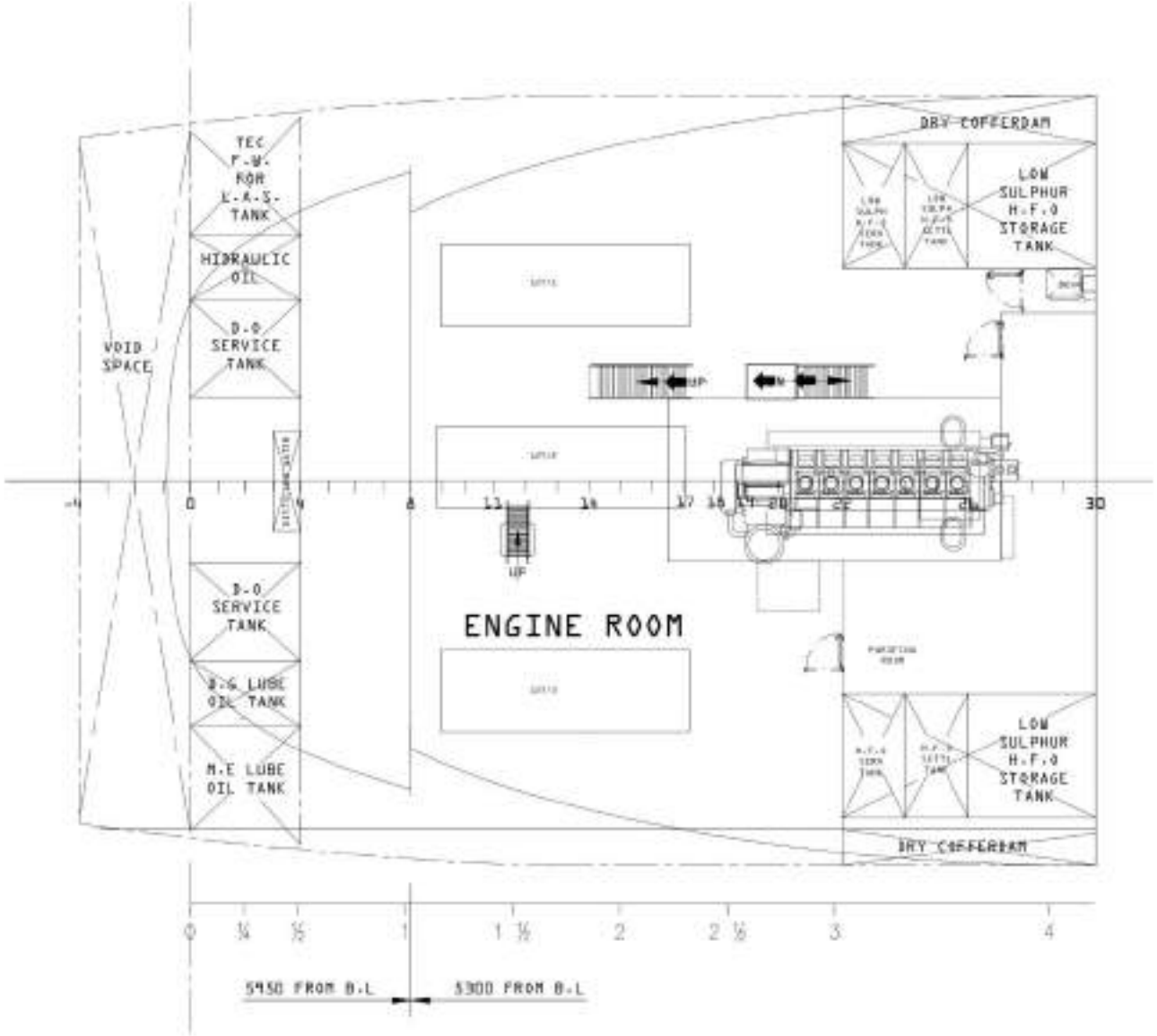


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	180.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	9.60 m
Draft	:	6.23 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE I

MACHINERY FLAT

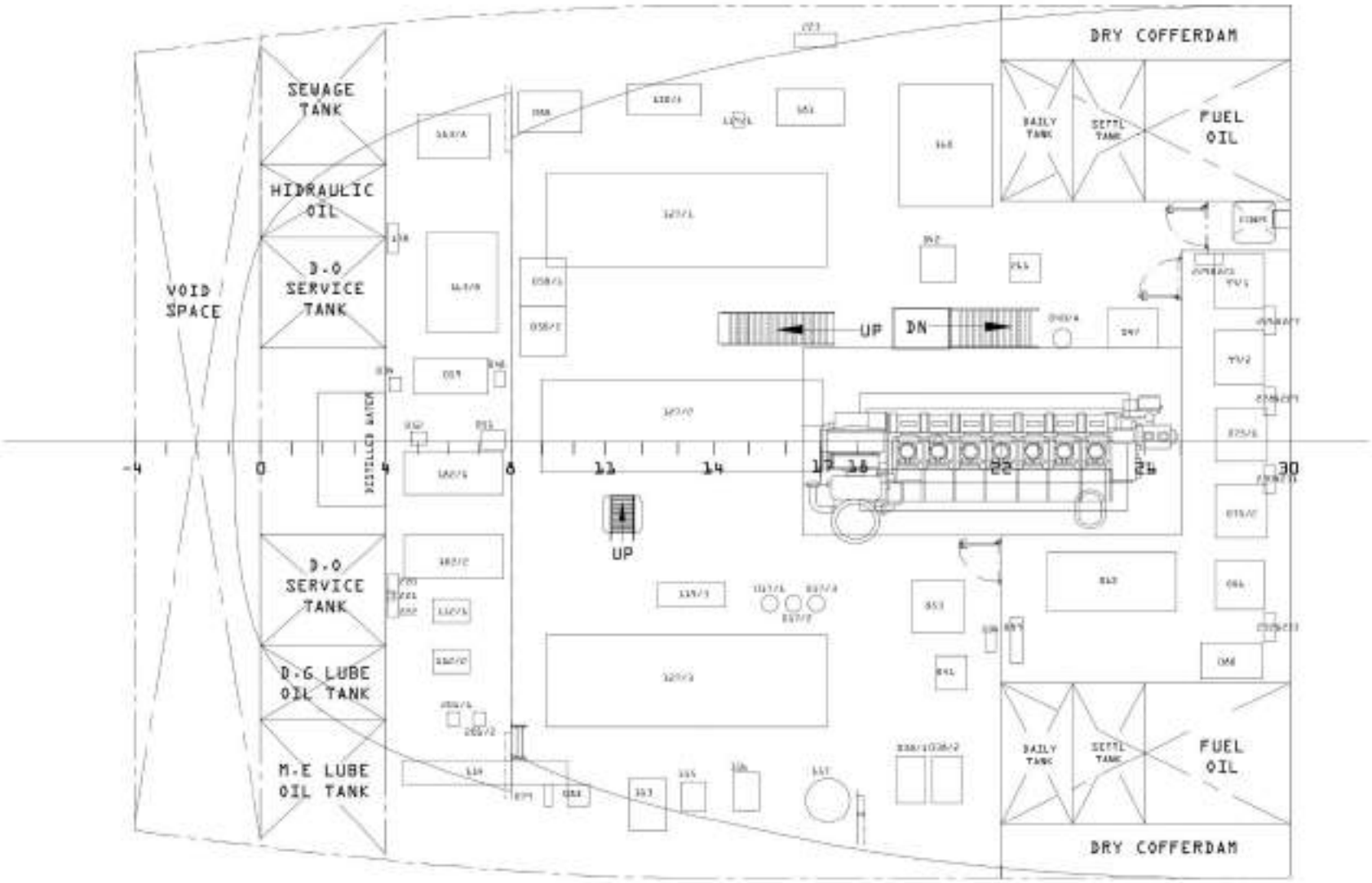


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.68 m
LBP	:	95.68 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.68 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE I

MACHINERY FLAT



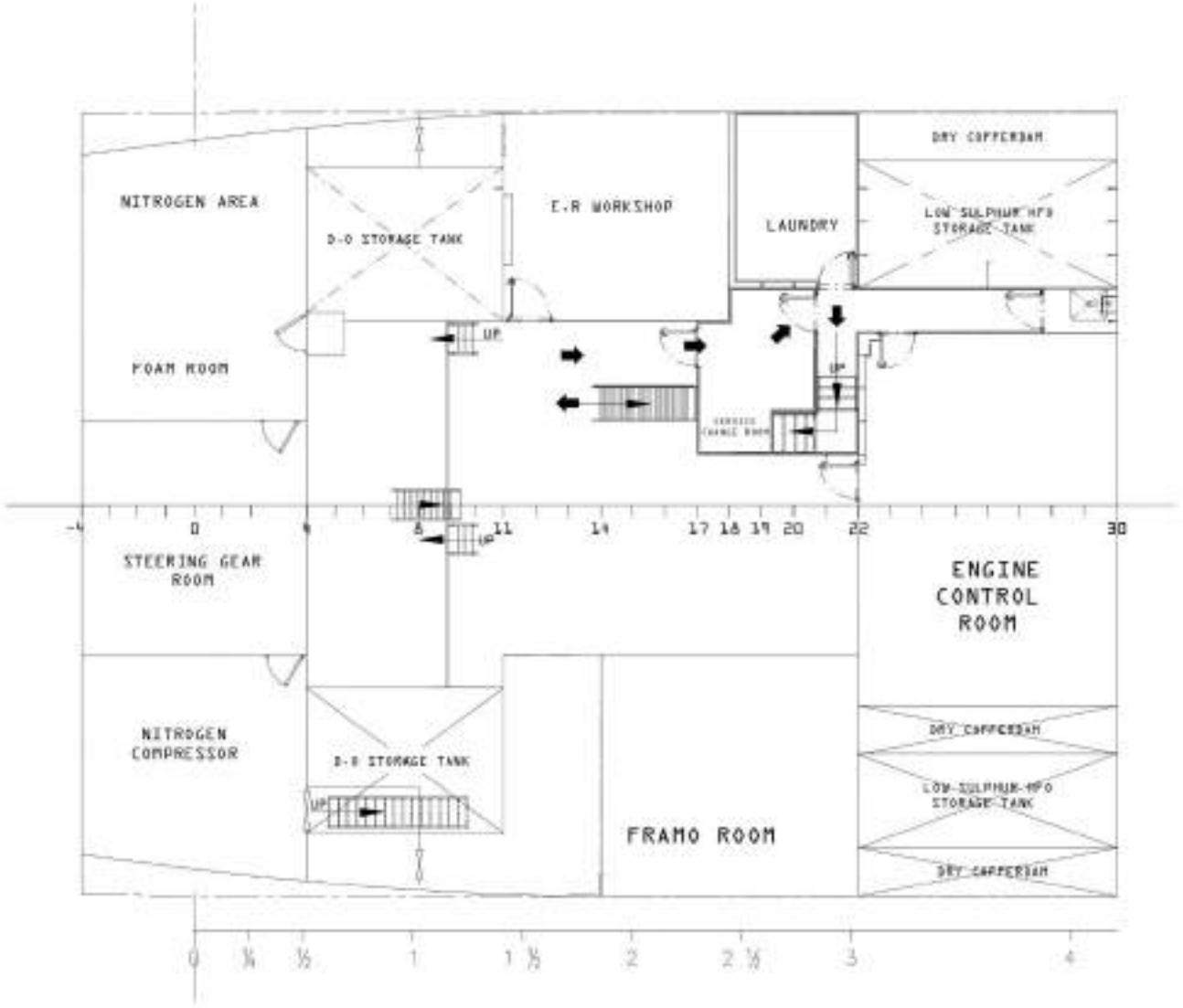
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	100.00	m
LBP	95.00	m
Moulded B	16.00	m
Depth	8.60	m
Draft	6.20	m
Crew	18	
TYPE	TANKER	

TANKER

ARRANGEMENT ENGINE ROOM

B12304B000

MAIN DECK

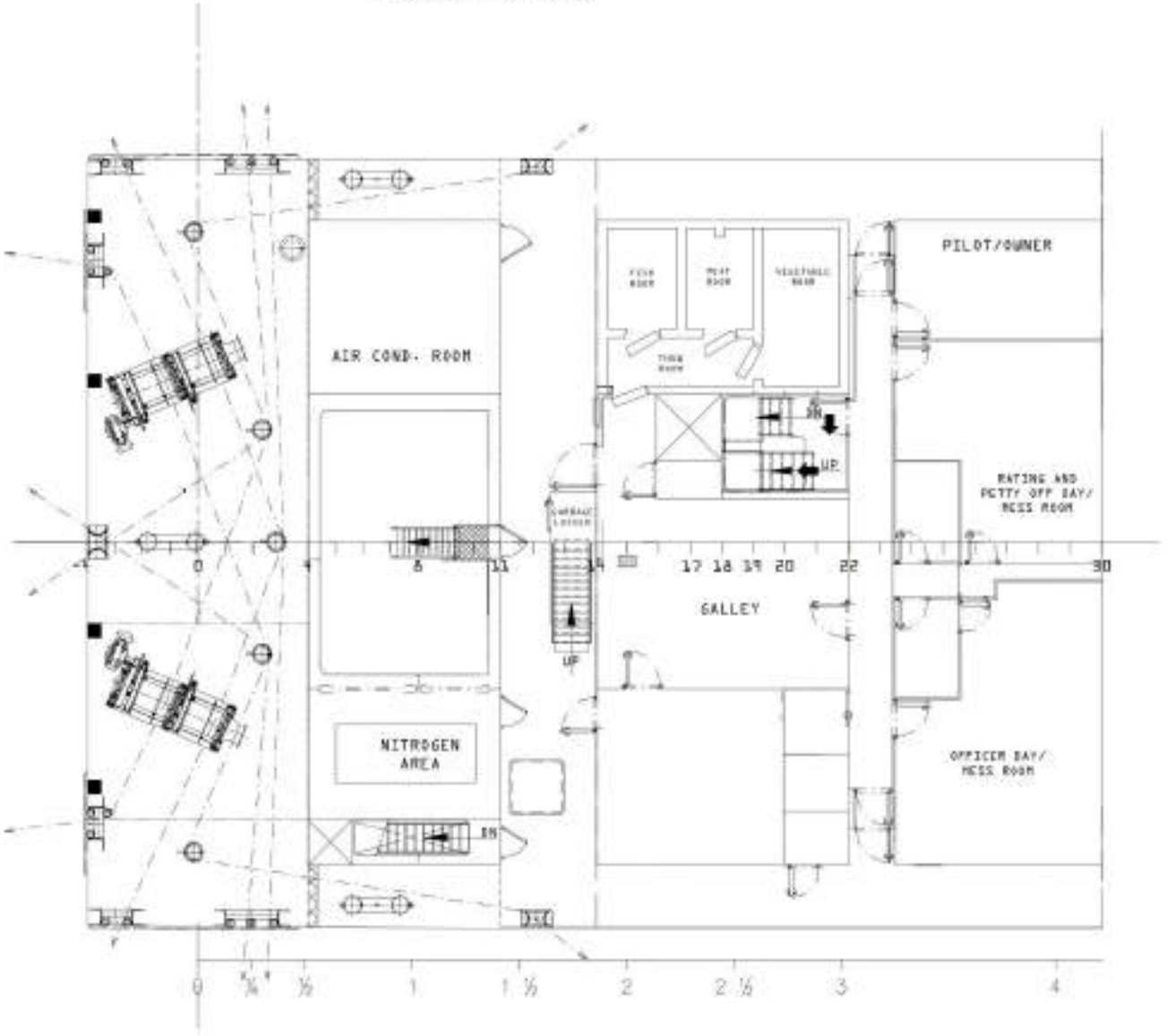


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.68 m
LBP	:	95.68 m
Moulded D	:	9.98 m
Depth	:	8.68 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE I

POOP DECK

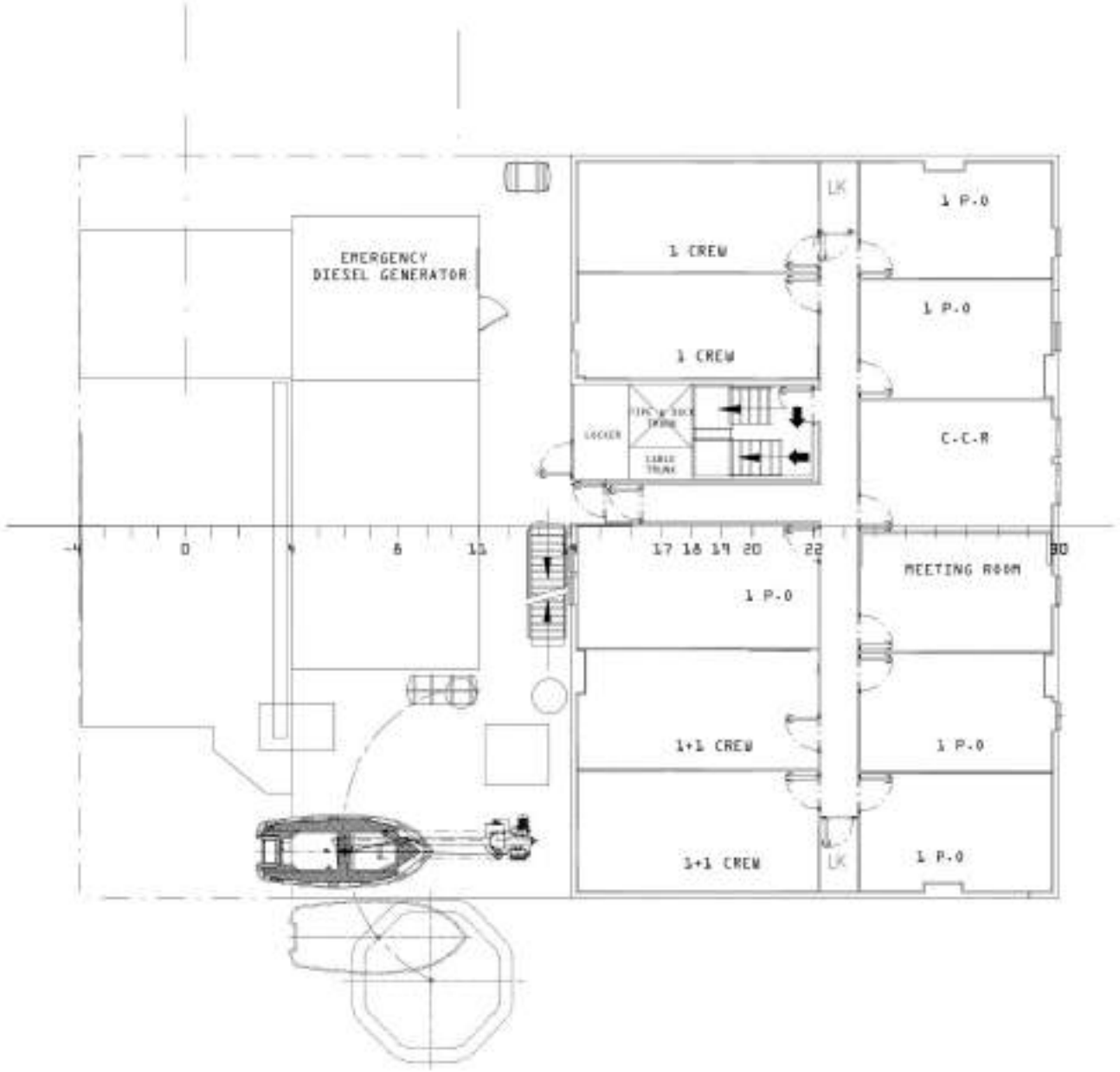


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.68 m
LBP	:	95.68 m
Moulded D	:	9.98 m
Depth	:	8.68 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE I

"A" DECK



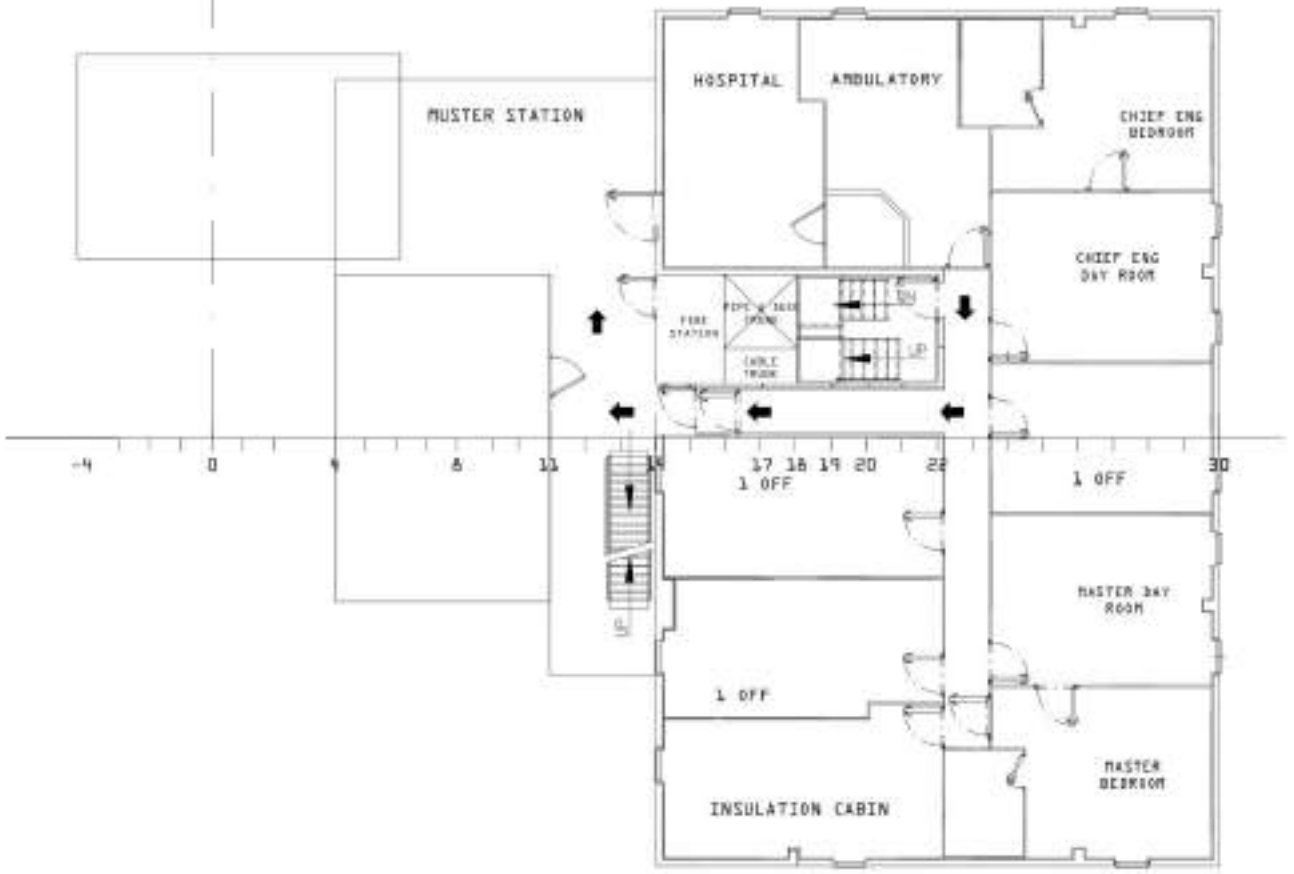
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.00 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE I

B12304B000

"B" DECK

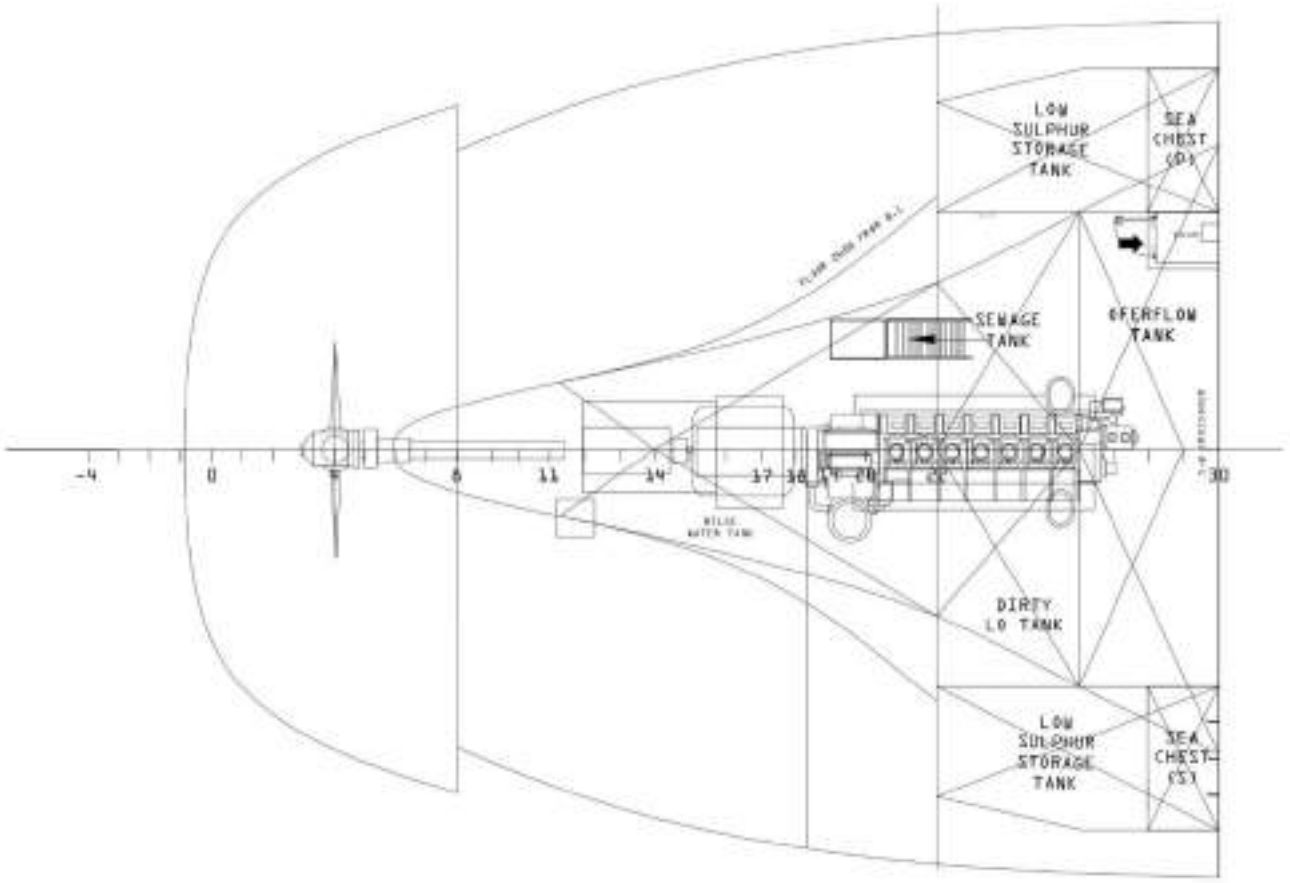


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.68 m
Draft	:	6.28 m
Crew	:	18
TYPE	:	Tanker/DP

TANKER

ESCAPE ROUTE I

DOUBLE BOTTOM

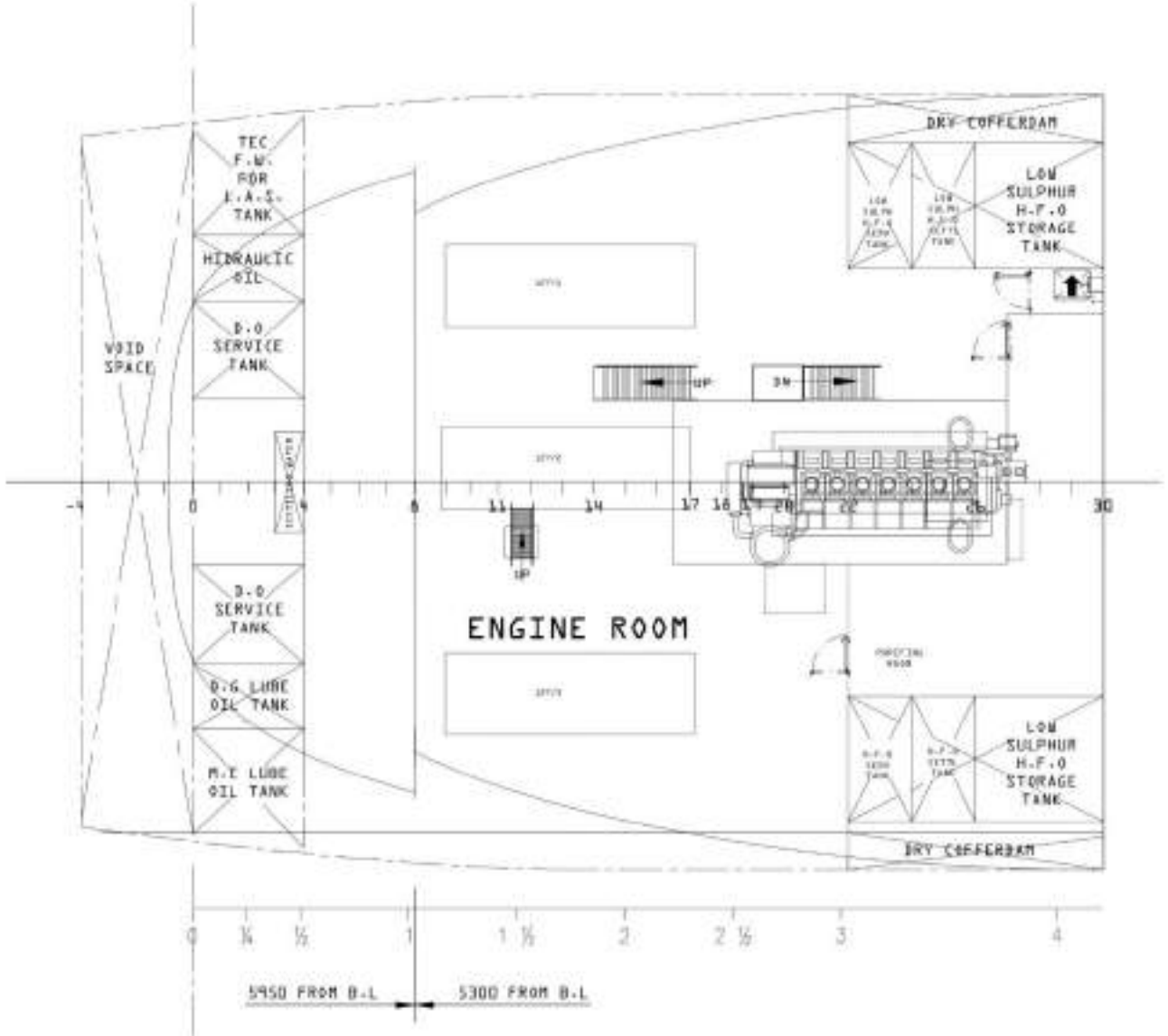


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.66 m
Draft	:	8.23 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

MACHINERY FLAT

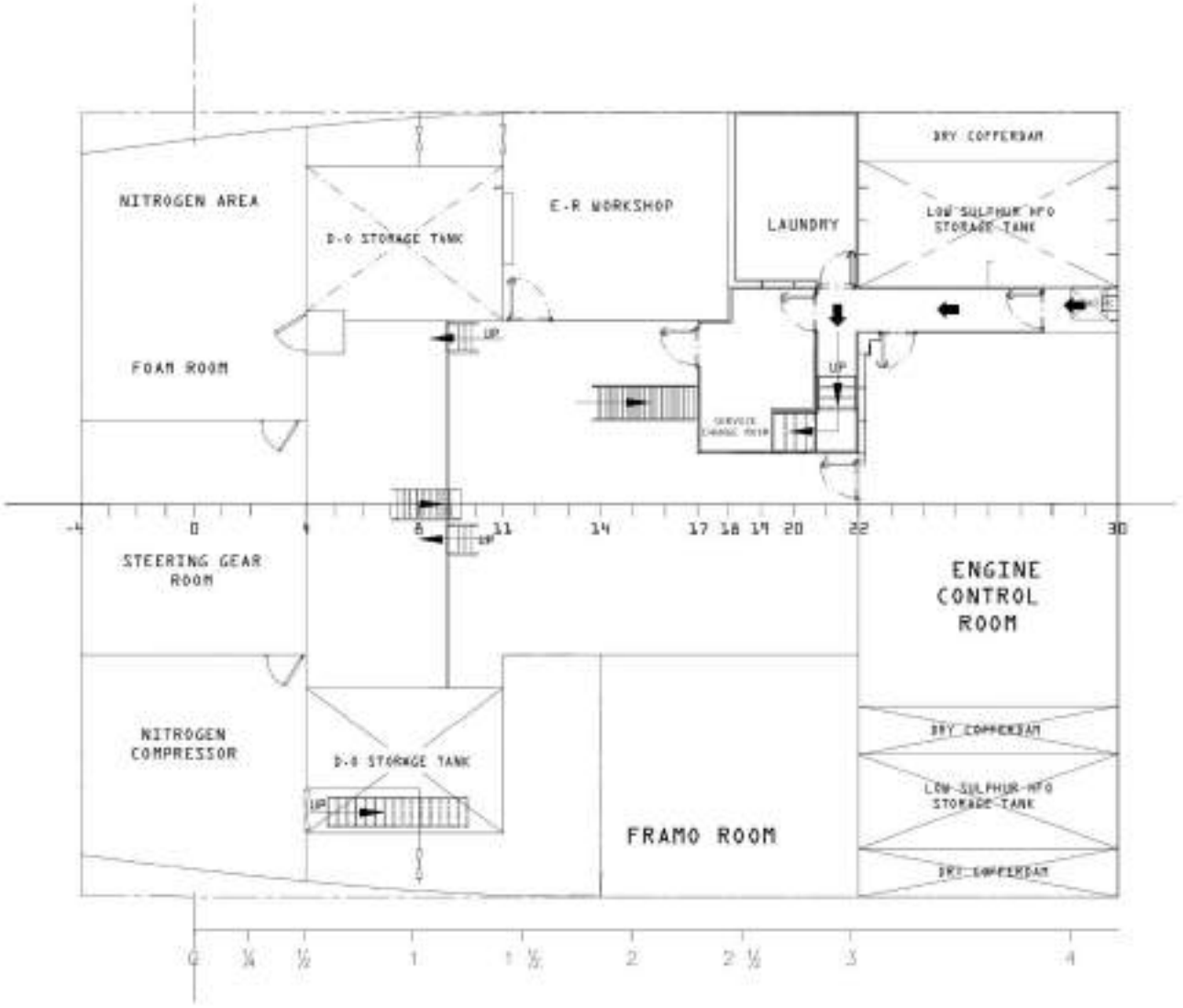


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.66 m
Draft	:	6.23 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

MAIN DECK



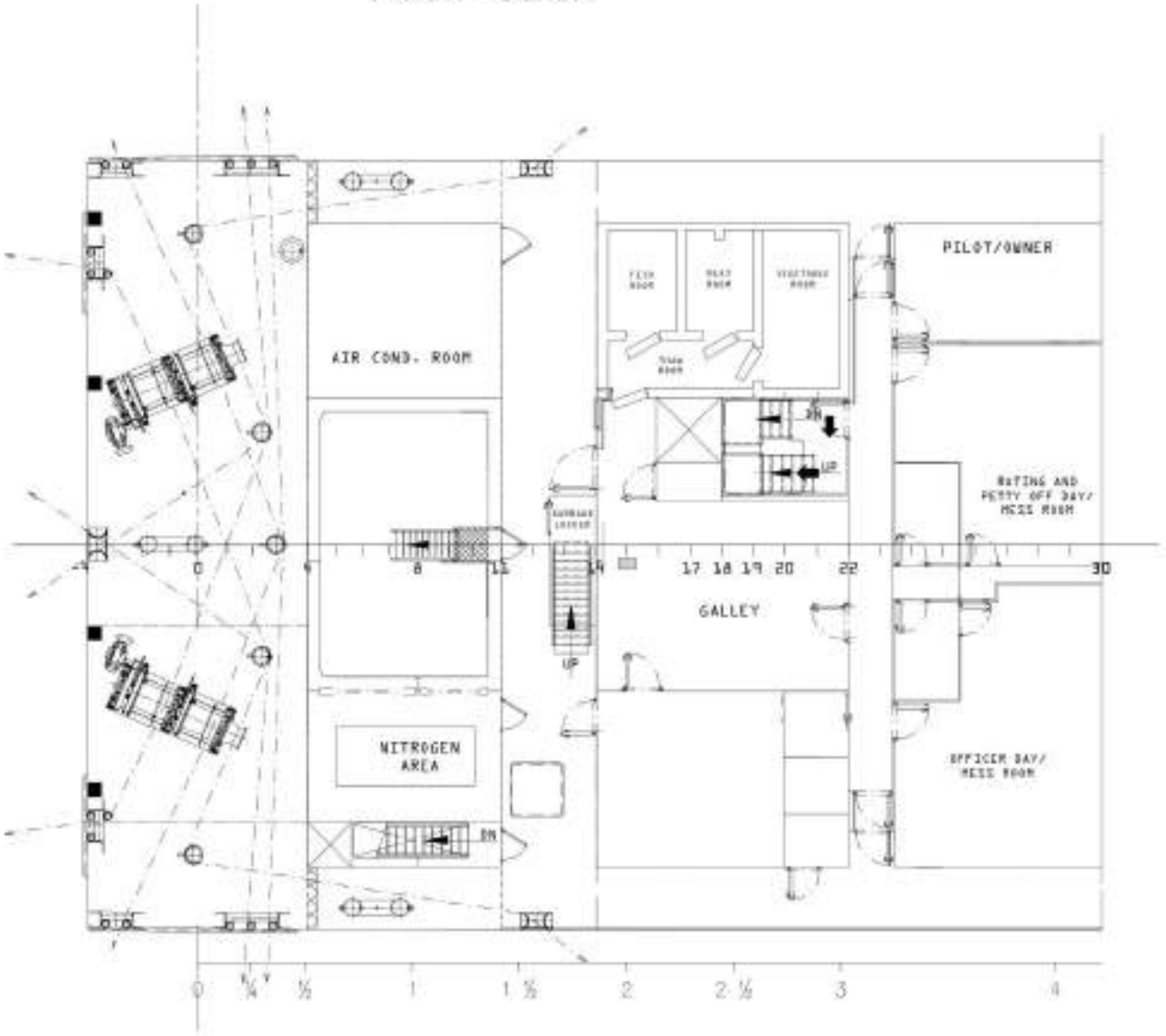
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.68 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker/3I

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

B122040003

POOP DECK

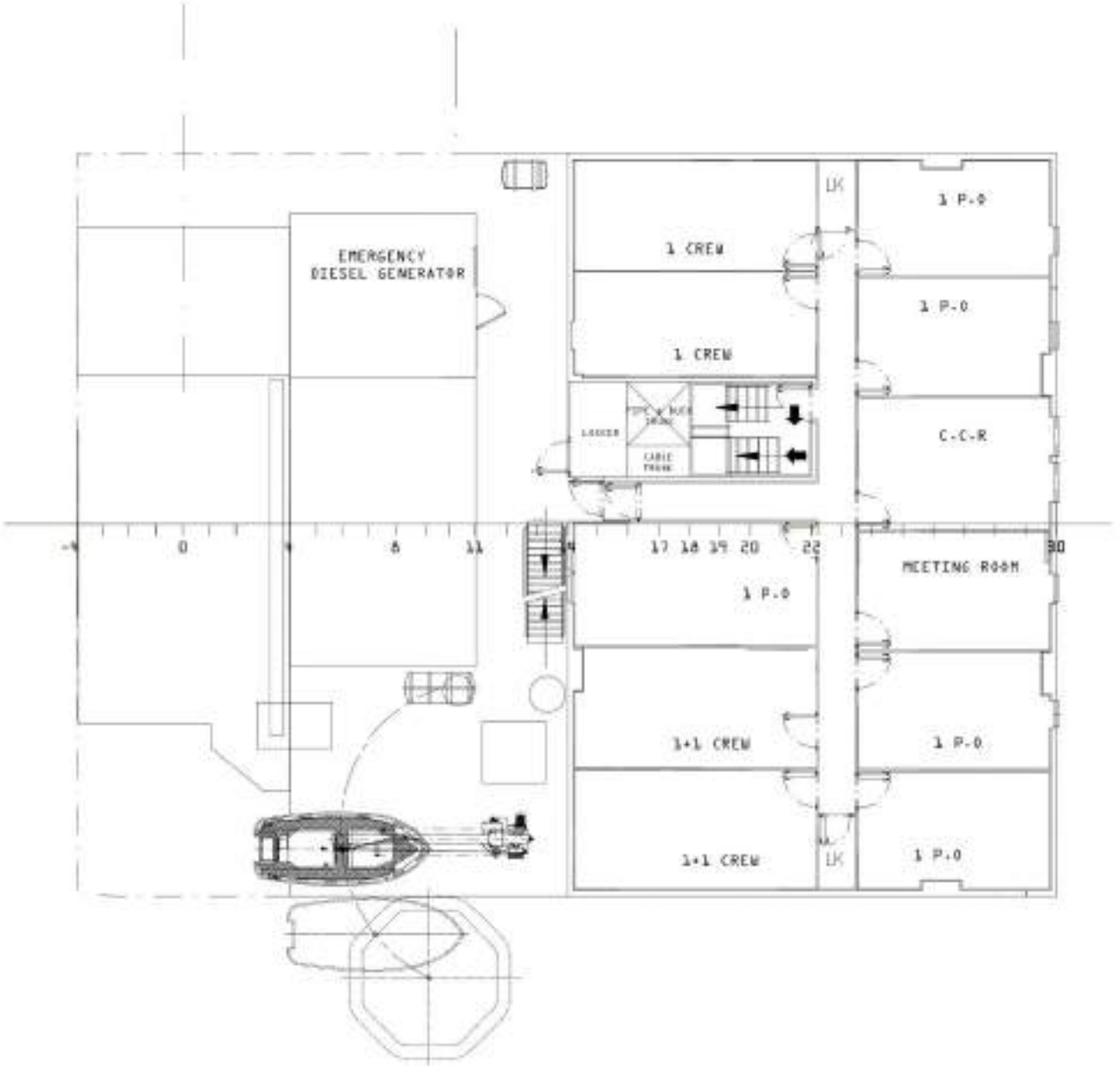


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.68 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker/Oil

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

"A" DECK

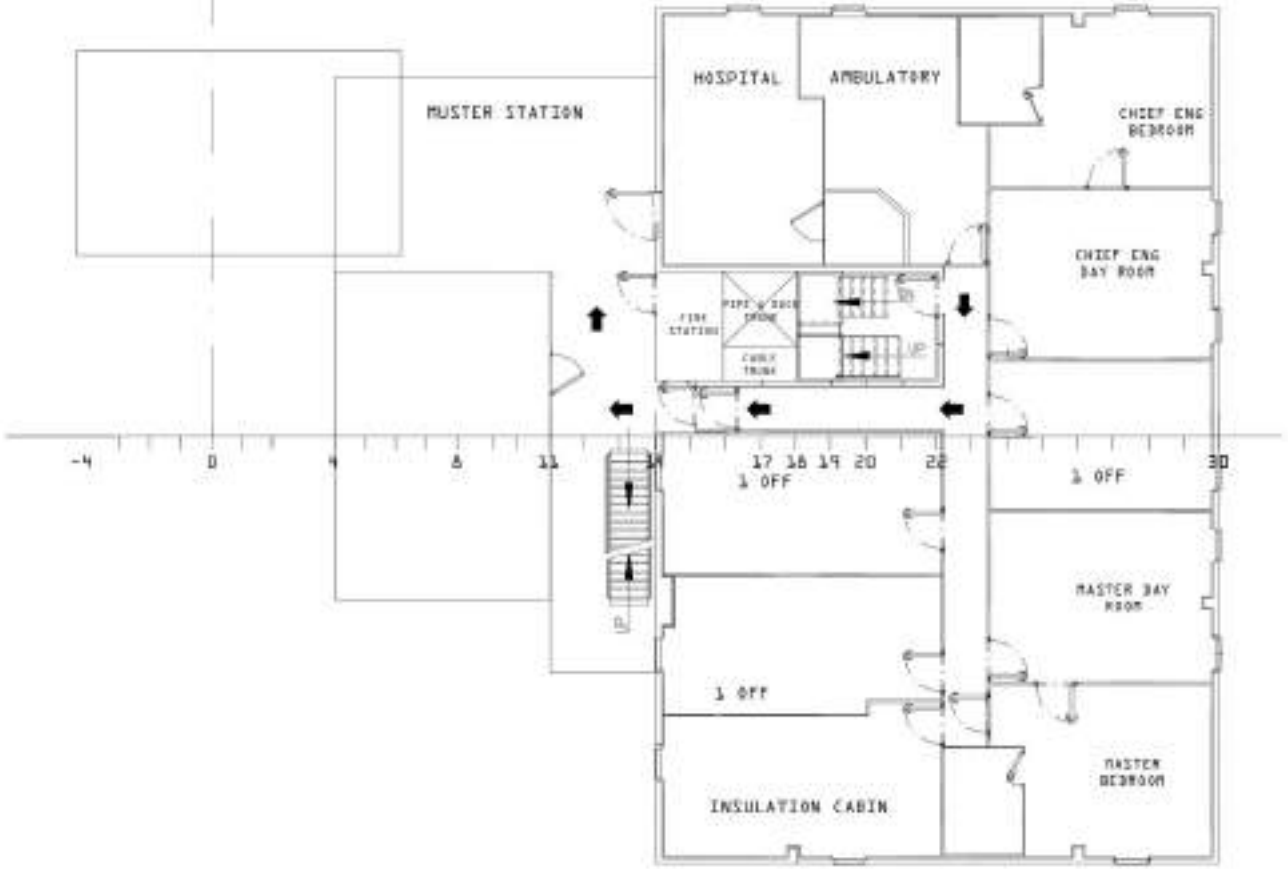


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.68 m
LBP	:	95.68 m
Moulded D	:	9.98 m
Depth	:	8.68 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

"B" DECK

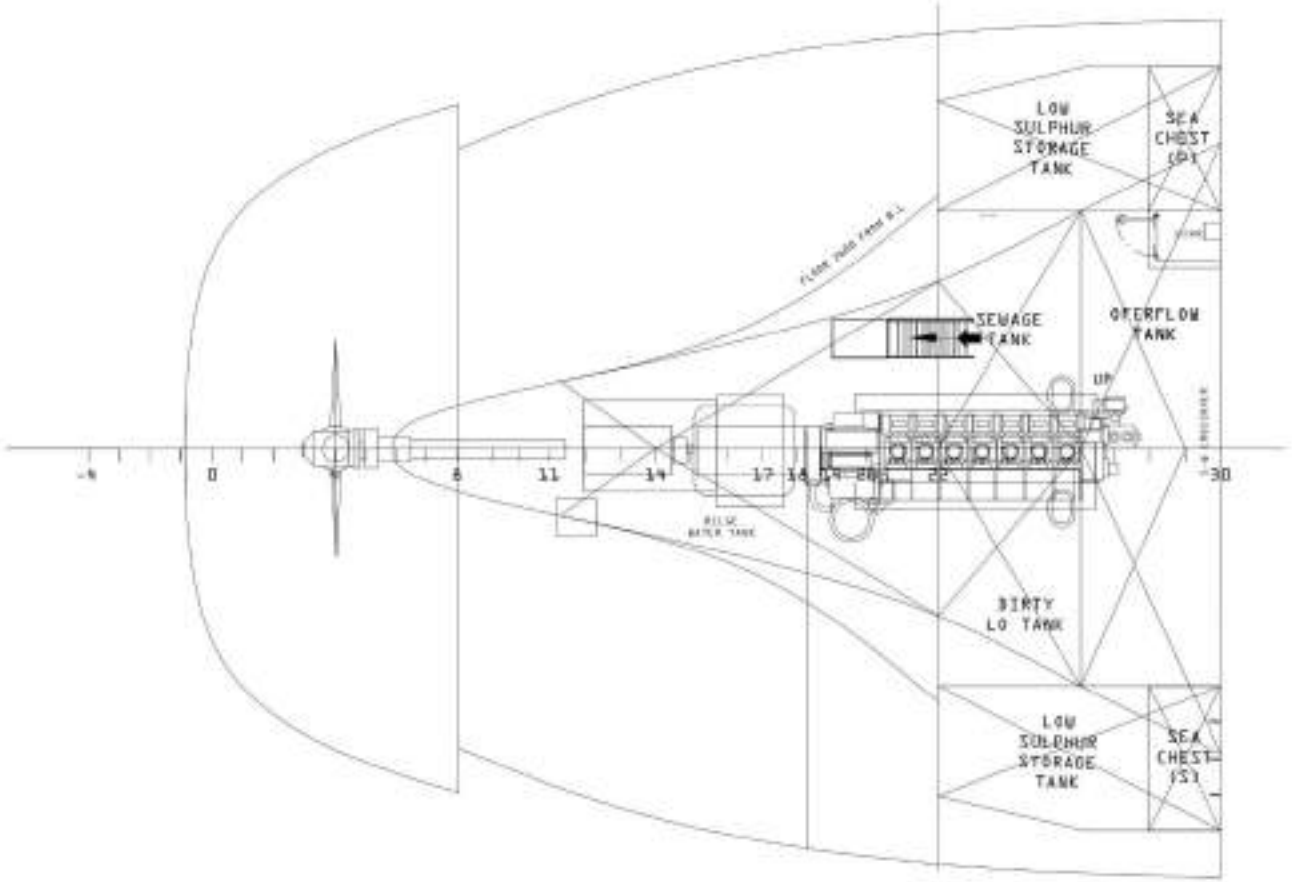


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	-	100.00 m
LBP	-	95.00 m
Moulded B	-	16.98 m
Depth	-	8.66 m
Draft	-	6.28 m
Crew	-	18
TYPE	-	Tanker(Oil

TANKER

ESCAPE ROUTE 2

DOUBLE BOTTOM



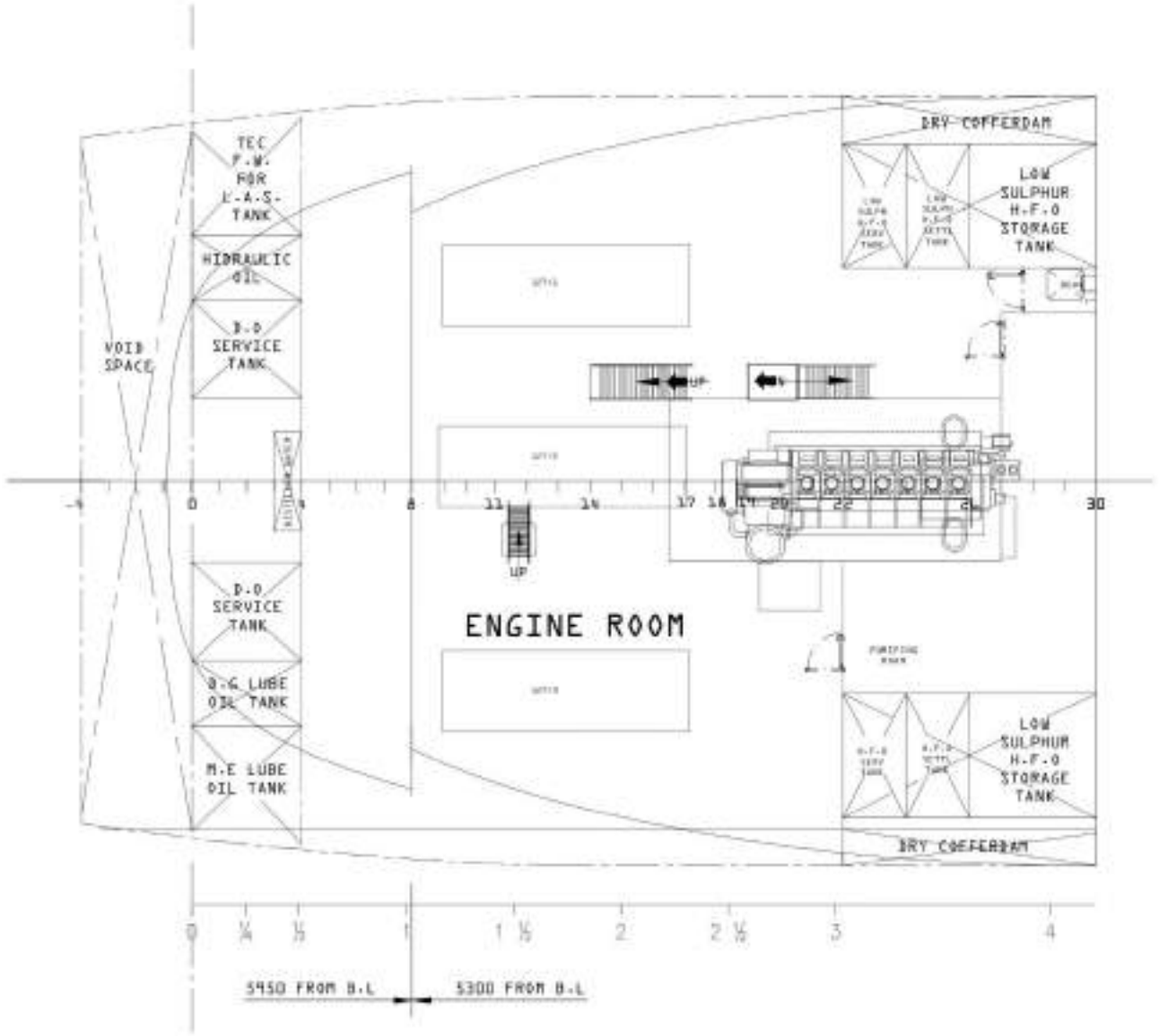
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.00 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

B12304B000

MACHINERY FLAT

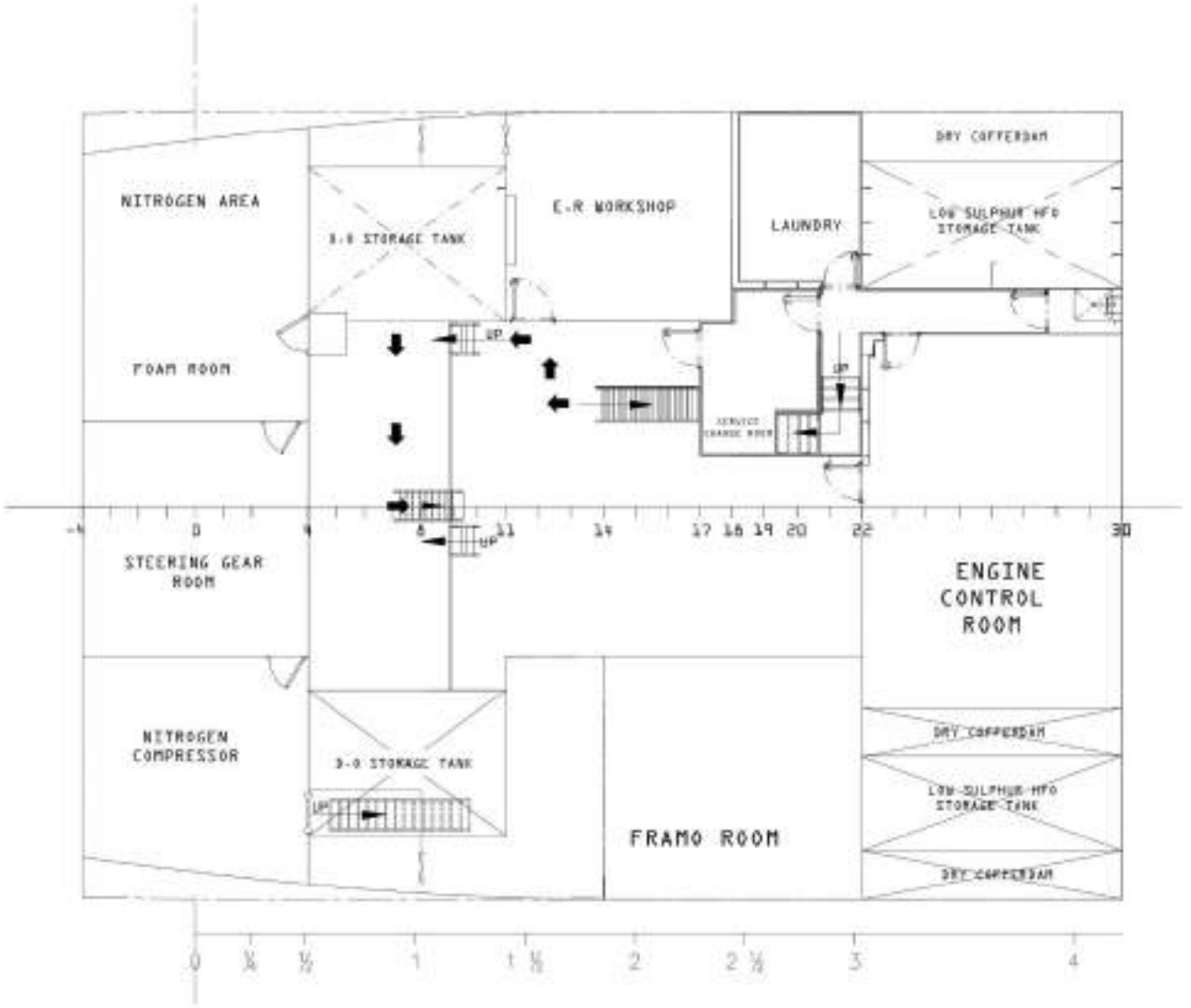


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.73 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

MAIN DECK

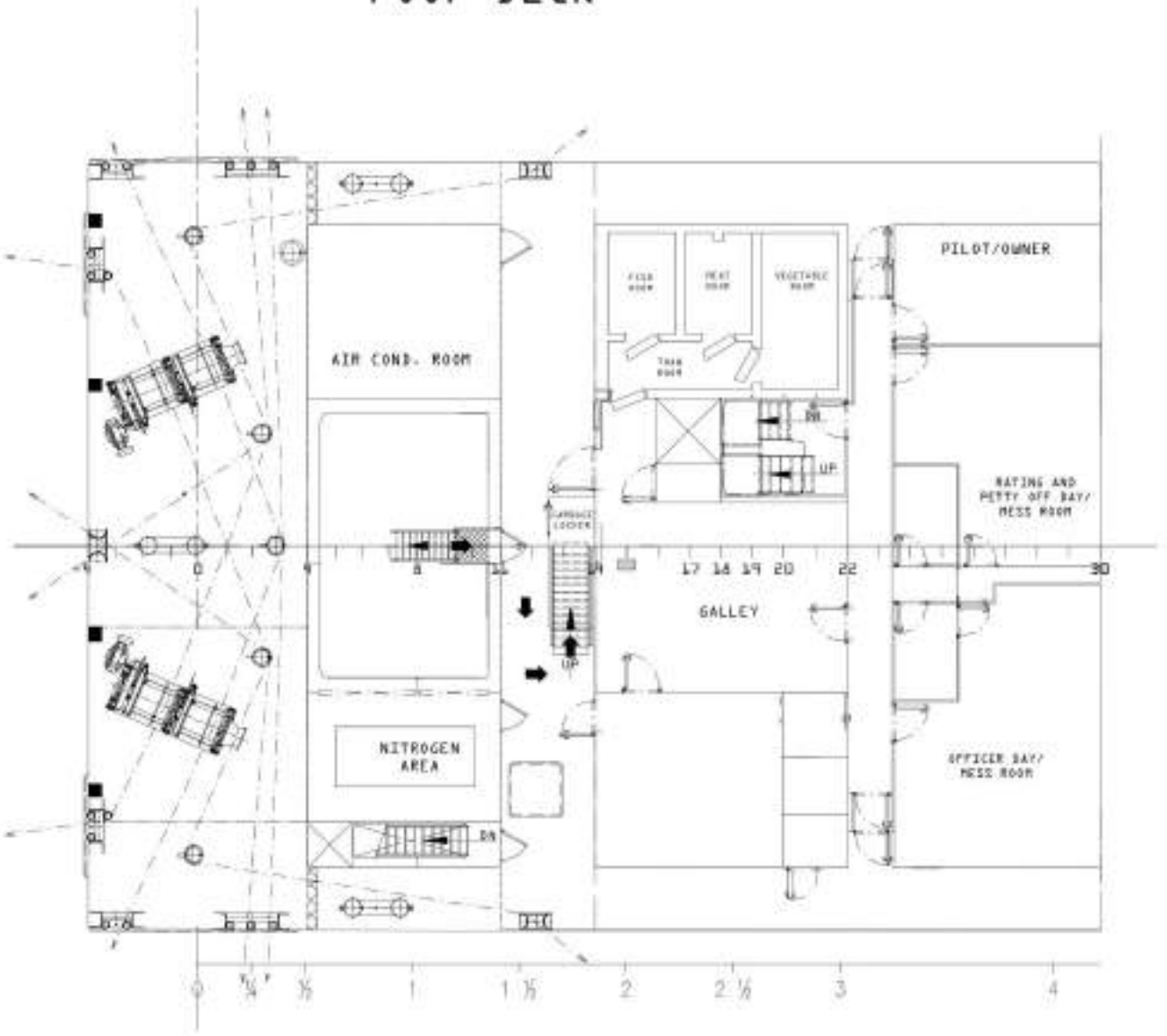


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.66 m
Draft	:	6.28 m
Crew	:	18
TYPE	:	Tanker(S)

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

POOP DECK



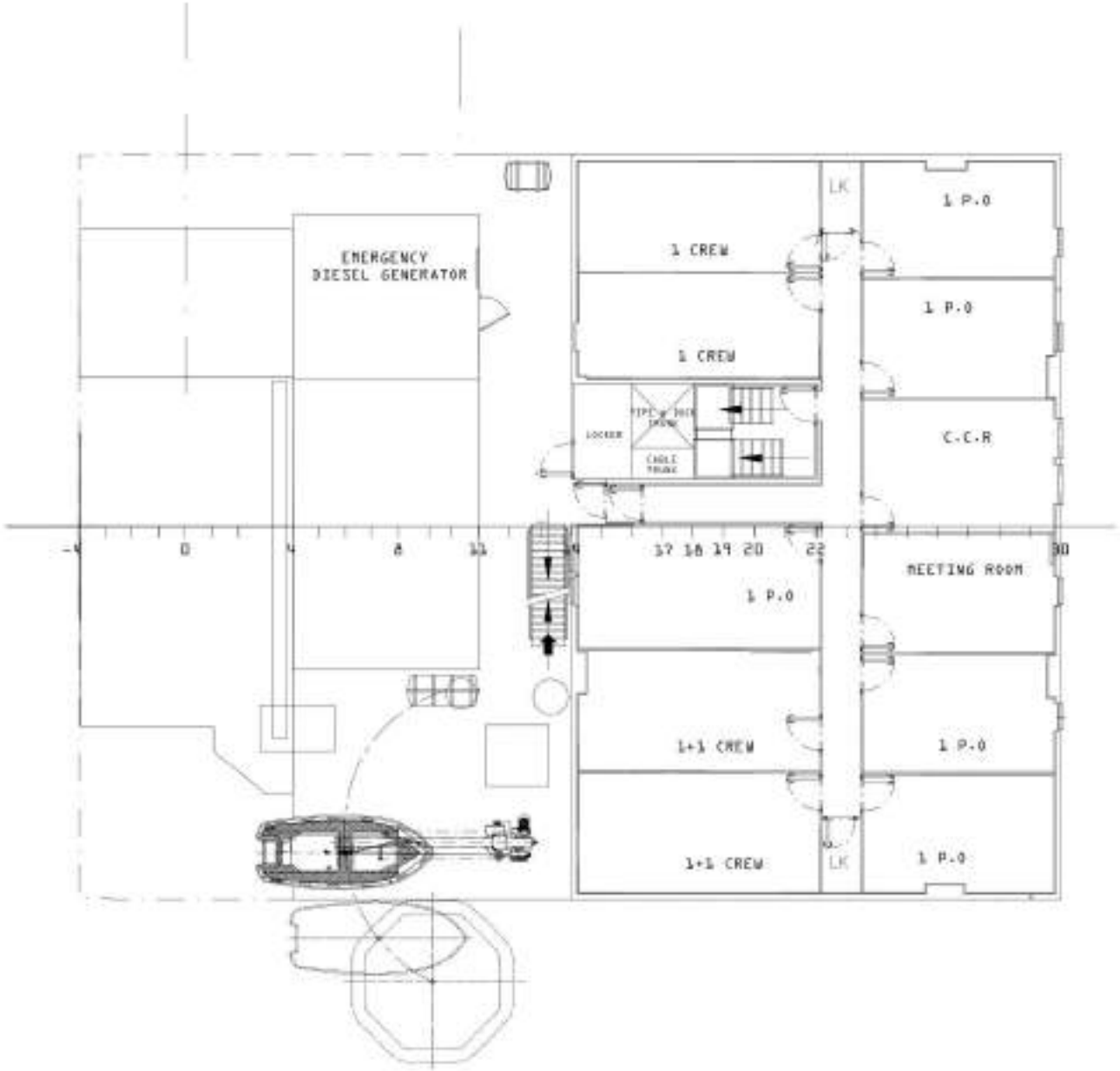
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	8.68 m
Draft	:	6.28 m
Crew	:	18
TYPE	:	Tanker/DI

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

B122040003

"A" DECK



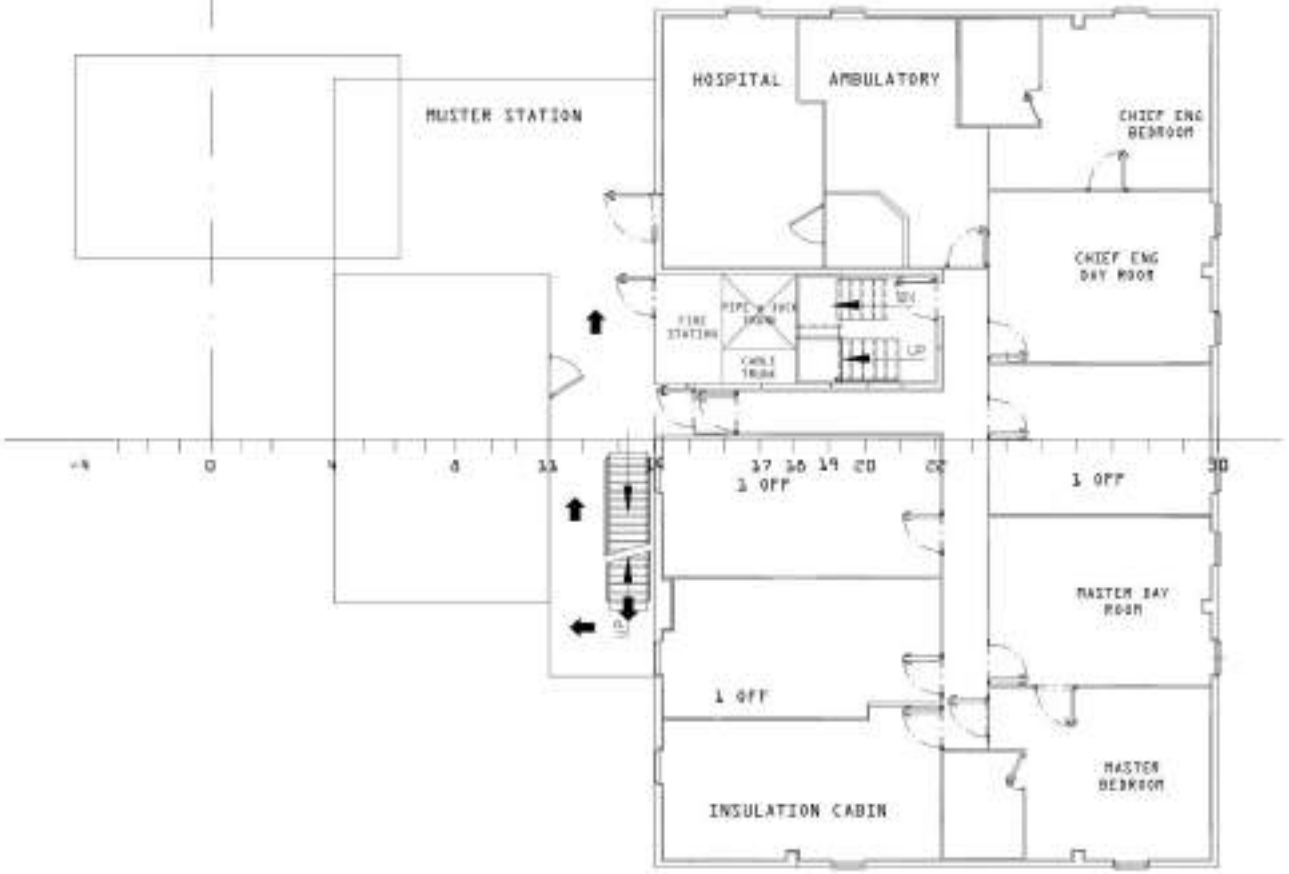
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	9.60 m
Draft	:	6.73 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

B12204B003

"B" DECK



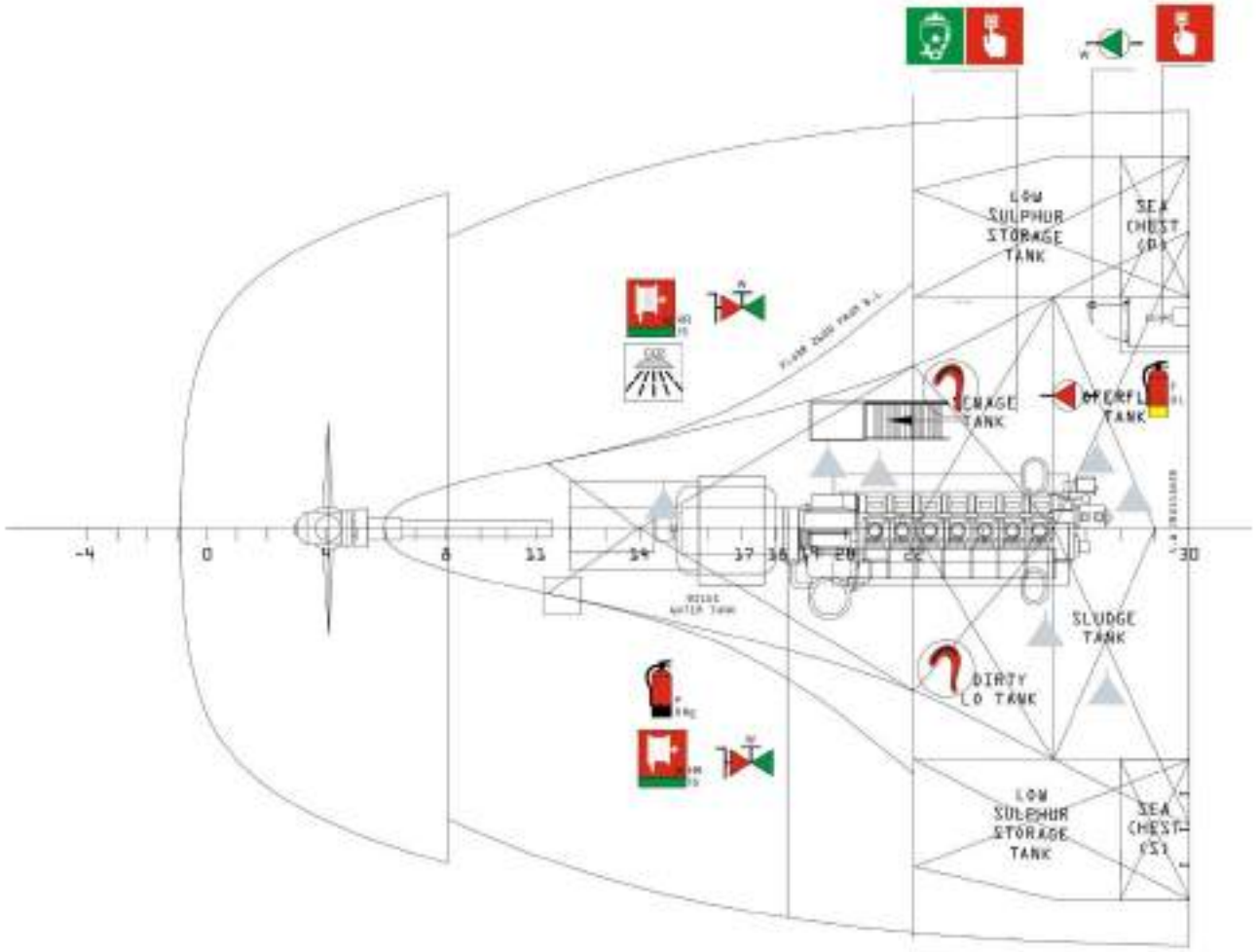
PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.98 m
Depth	:	9.60 m
Draft	:	6.73 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

ESCAPE ROUTE 3

B12204B003

DOUBLE BOTTOM

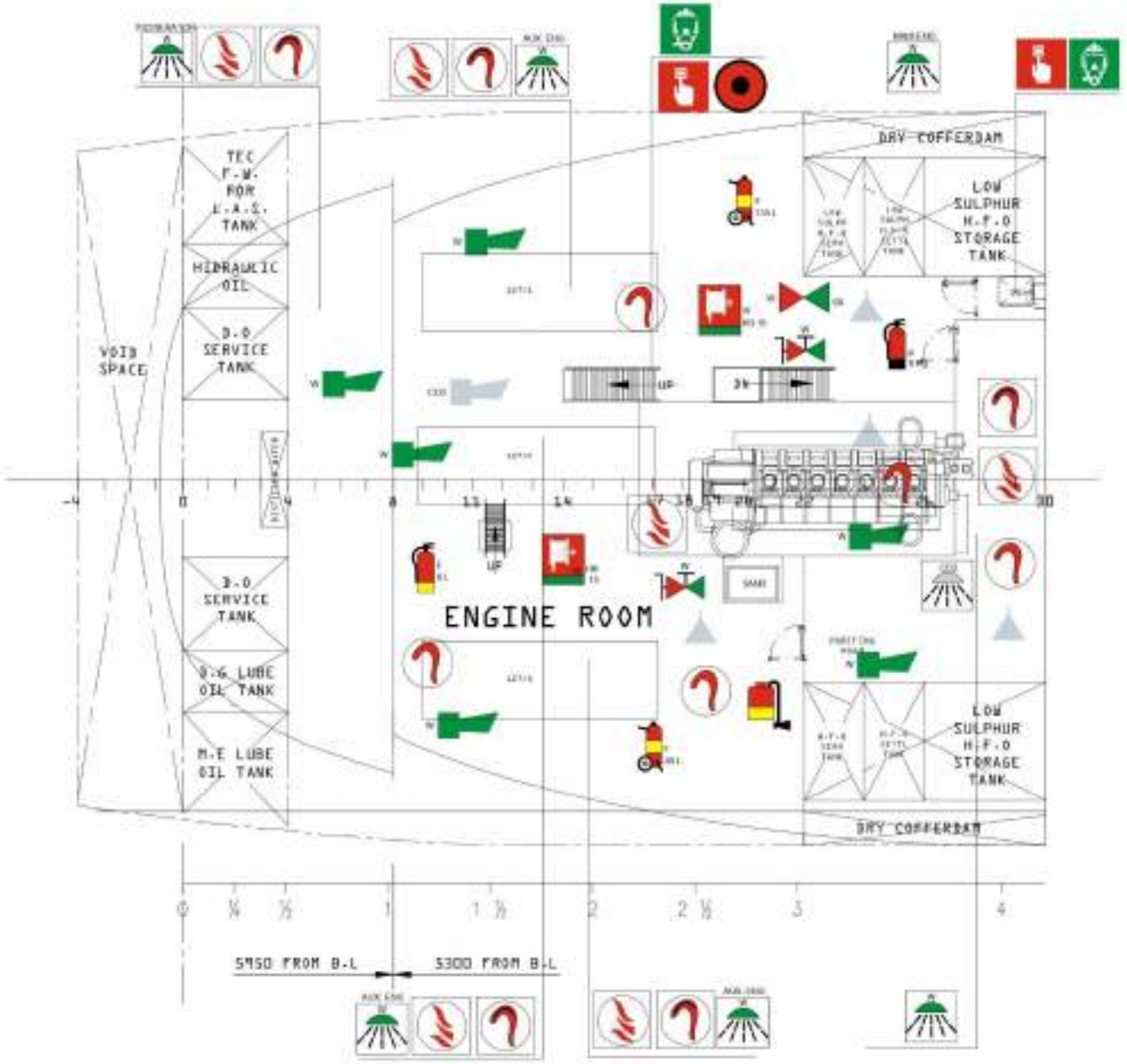


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	102.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.00 m
Depth	:	8.00 m
Draft	:	6.20 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

MACHINERY FLAT

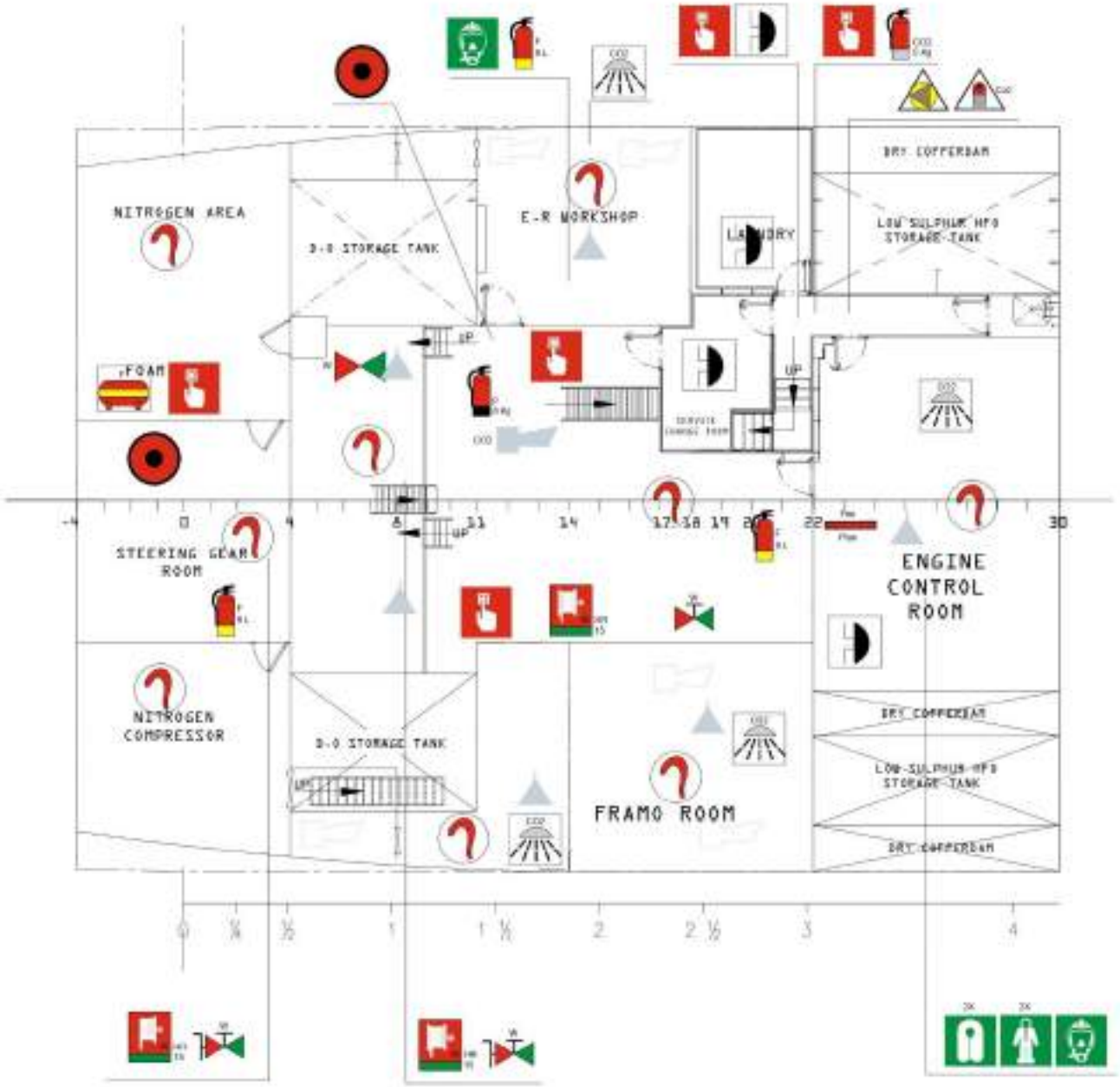


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	102.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.00 m
Depth	:	8.00 m
Draft	:	6.70 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

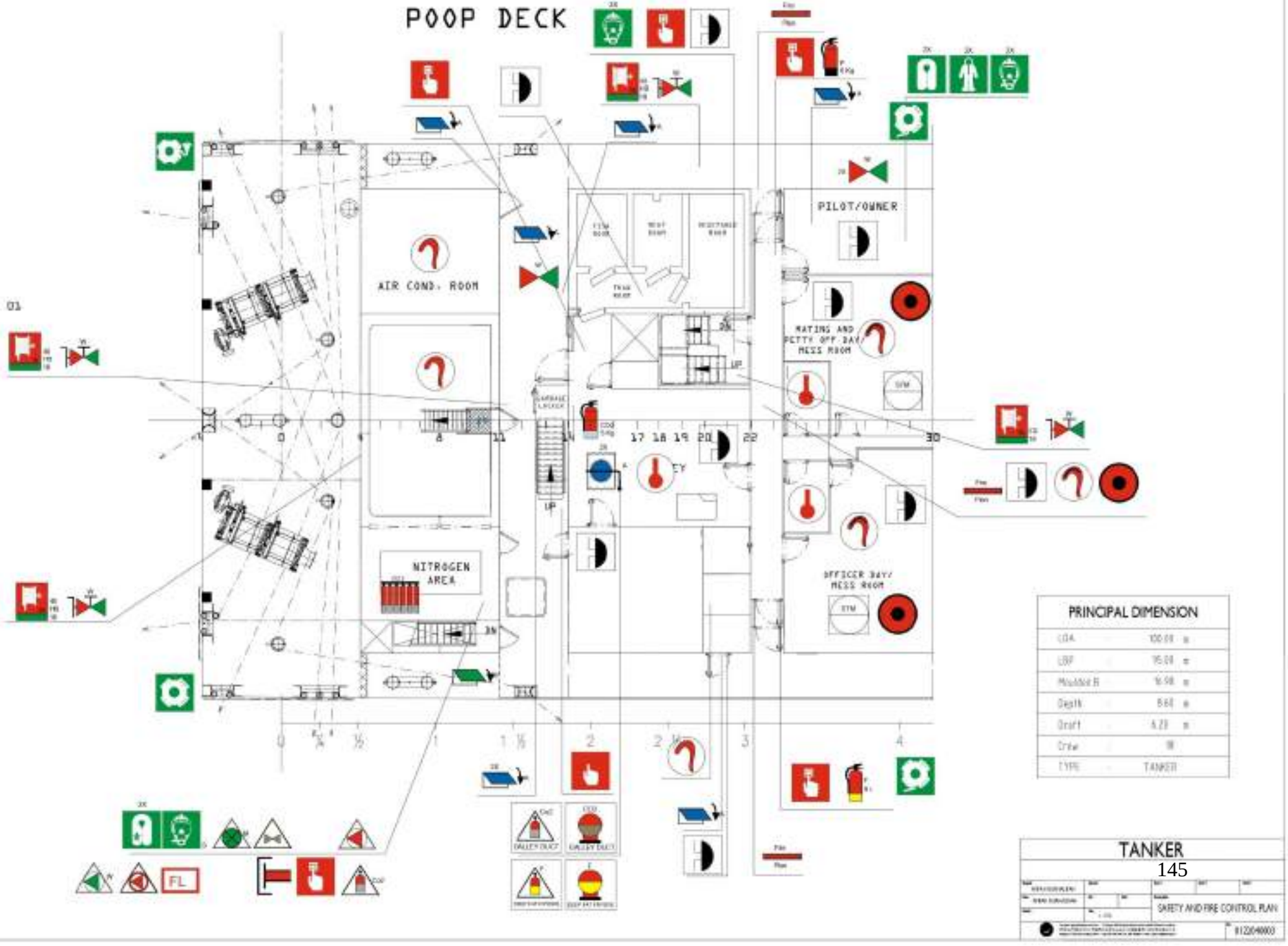
MAIN DECK

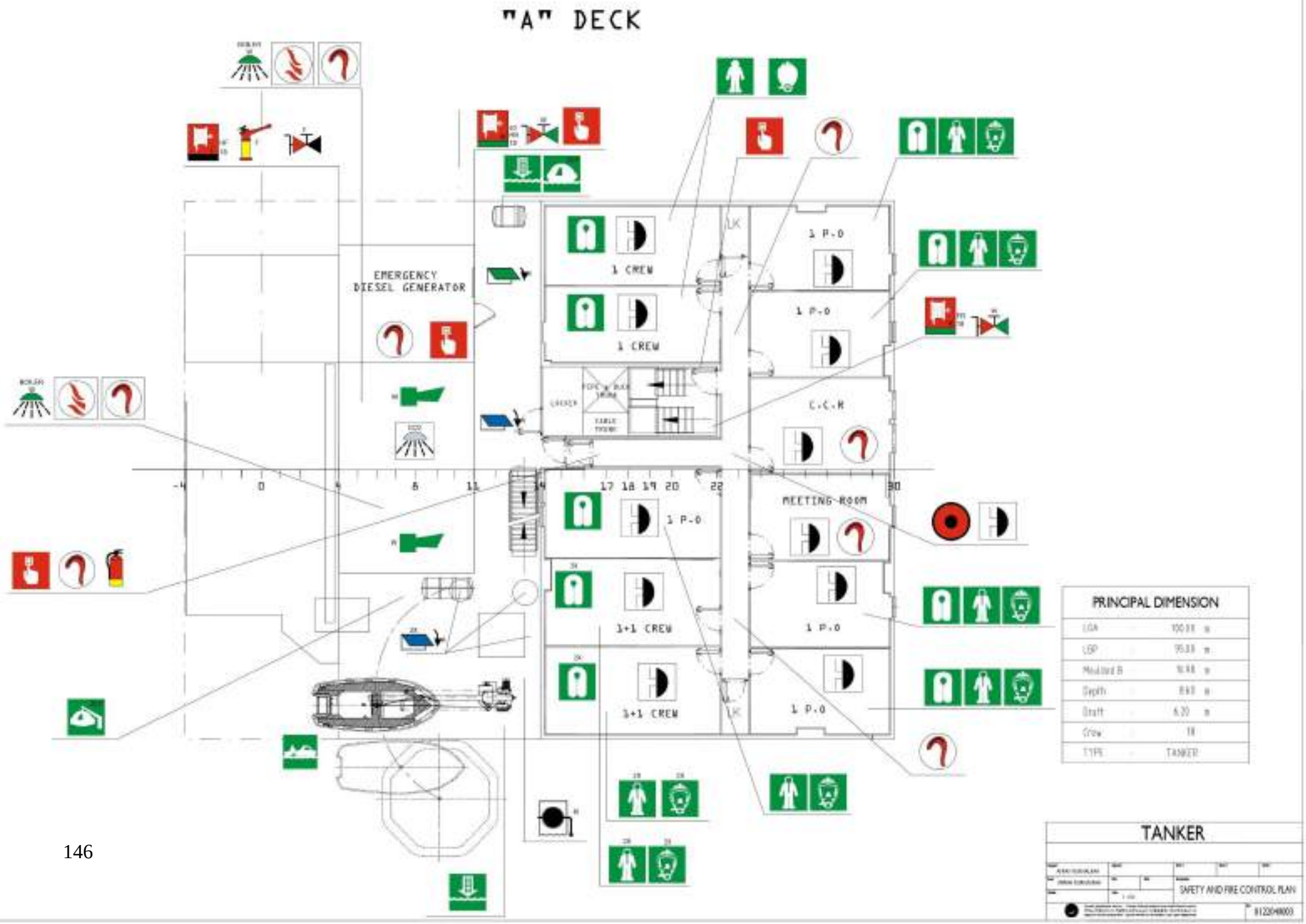


PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	:	102.83 m
LBP	:	95.83 m
Moulded D	:	16.98 m
Depth	:	8.83 m
Draft	:	6.70 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

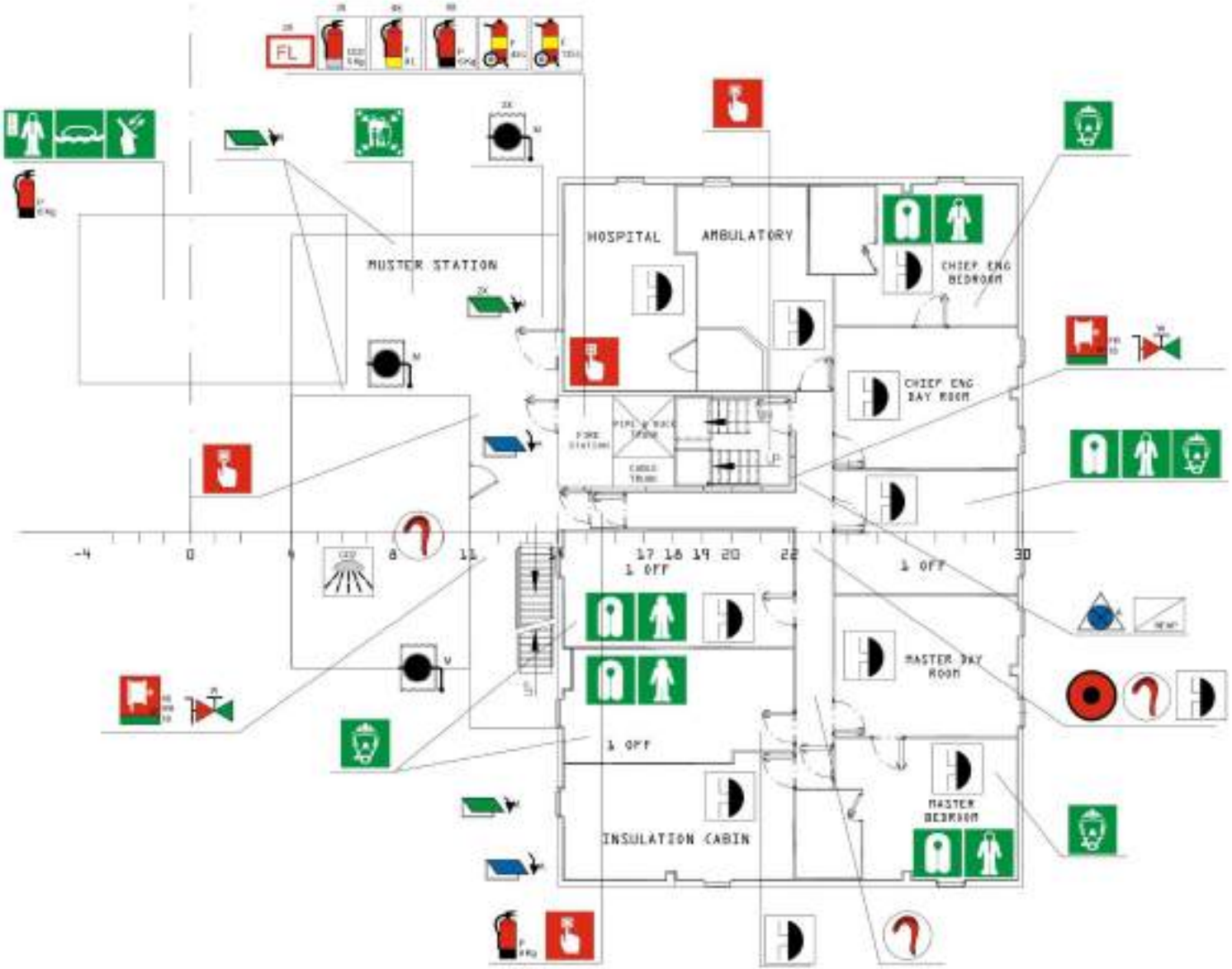
TANKER

SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN


POOP DECK
AIR COND. ROOM
NITROGEN AREA
PILOT/OWNER
MATING AND PETTY OFF DAY/ MESS ROOM
OFFICER DAY/ MESS ROOM
PRINCIPAL DIMENSION
LOA 100.00 m
LBP 95.00 m
Moulded B 16.98 m
Depth 8.60 m
Draft 6.23 m
Crew 18
TYPE TANKER
TANKER
SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN
812040000


"A" DECK
EMERGENCY DIESEL GENERATOR
1 CREW
1 CREW
1 P.O
1 P.O
C.C.R
1 P.O
1+1 CREW
1+1 CREW
MEETING ROOM
1 P.O
1 P.O
PRINCIPAL DIMENSION
LOA 100.00 m
LBP 95.00 m
Moulded B 16.00 m
Depth 8.60 m
Draft 6.20 m
Crew 18
TYPE TANKER
TANKER
SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

"B" DECK



PRINCIPAL DIMENSION		
LOA	100.00	m
LBP	95.00	m
Moulded B	16.80	m
Depth	8.60	m
Draft	6.20	m
Crew	18	
TYPE	TANKER	

TANKER

SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

	SYMBOL	DESIGNATION	01 DECK BOTTOM	02 MAIN DECK P & S	03 MAIN DECK	04 POOP DECK	05 BOAT DECK	06 BRIDGE	TOTAL
LIFE SAVING APPLIANCES		TOTALLY ENCLOSED MOTOR PROPELLED LIFEBOAT TYPE FOC 36 PERSONS						1	1
		DAVIT LAUNCHED INFLATABLE LIFE RAFT (FOR 25 PERSONS)					1		1
		INFLATABLE LIFERAFT FOR 25 PERSONS (WITH DAVIT LAUNCHER)					1		1
		INFLATABLE LIFERAFT FOR 20 PERSONS (THROWABLE TYPE)					1		1
		LIFEBOAT				1			1
		LIFEBOAT WITH DAVIT AND LAUNCHER							
		LIFEBOAT WITH DAVIT AND LAUNCHER				1			1
		LIFEBOAT WITH SELF-RIGHTING LIGHT AND SMOKE SIGNAL FOR MOB (WITH HOOK RELEASE DEVICE)						1	1
		LIFE JACKET WITH LIGHT AND WHISTLE		1	1	11	1		25
		LIFE JACKET FOR CHILDREN			1				1
		BREATHING SET			1	1	1	1	20
		SMOKE TORCH HOLDER						1	1
		EMERGENCY LIGHTS							
		LIFE BUOYS						1	1
		LIFEBOAT DAVIT EMERGENCY WINCH HANDLE	1	1	1	4		1	11
		EMERGENCY DAVIT WINCH MOTOR DEVICE (FOR LIFEBOAT)				1			1
		DIVING PROTECTIVE SUIT						1	1
REMOTE CONTROL		SAFETY VALVE FOR CENTRIFUGAL PUMP			1	3			4
		VENT CAP FOR ENGINE ROOM VENTILATOR				1			1
		VENT CAP FOR ACCUMULATOR TANK SPACE VENTILATOR						1	1
		DAVIT LAUNCHING DEVICE FOR BOAT OF 1 TON CAPACITY				1			1
		REMOTE SHUT OFF FOR FUEL PUMPS, SEPARATORS & OIL PUMPS			1				1
		REMOTE CONTROL FOR MAIN FIRE PUMP				1			1
		REMOTE CONTROL FOR EMERGENCY FIRE PUMP				1			1
		CLOSING DEVICE FOR AIR CONDITIONING & VENTILATION SPACES (VENT VALVE OR DAMPER)				9	4	2	15
		CLOSING DEVICE FOR MACHINERY SPACE VENT VALVE OR DAMPER					1	1	2
		FIREMAN'S AXE FOR ENGINE & SERVICE SPACES				3			3
		DISCONNECTOR FOR MACHINERY VENTILATION					1	1	2
FIREMAN'S OUTFIT		2 SCBA SETS WITH FIRE MASK (10 SETTING) 1 x FIRE PROTECTIVE CLOTHING 1 x PAIR BOOTS 1 x GLOVES 1 x SAFETY HELMET 1 x FIRE AXE 1 x TORCH LAMP 1 x CROWBAR 1 x FIRE BUCKET 1 x HELP CONTAINED BREATHING APPARATUS 1 x SPARE AIR BOTTLE 1 x BOSTWICK SAFETY LINE 1 x FIRE AXE				3		3	6
		FIRE HOSE				1			1
		FIRE HOSE TRAINING MANUAL				3			3
		FIRE MEN'S FIRE HOSE AND CHANNELS		1					1

	SYMBOL	DESIGNATION	01 DECK BOTTOM	02 MAIN DECK P & S	03 MAIN DECK	04 POOP DECK	05 BOAT DECK	06 BRIDGE	TOTAL
FIRE EXTINGUISHER		PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (GAS TYPE 5 KG)			1	1			2
		PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 9 LITRES)	1	1	4	1	1		8
		PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (DRY POWDER TYPE 5 kg)	1	1	1	1		2	7
		TWIN DOUBLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 18 LITRES)		1					1
		TWIN DOUBLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 180 LITRES)		1					1
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (GAS TYPE 5 KG)					3		3
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 9 LITRES)					8		8
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (DRY POWDER TYPE 5 kg)					8		8
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 18 LITRES)					1		1
		SPARE CHARGES FOR FIRE EXTINGUISHER (FOAM TYPE 180 LITRES)					1		1
		PORTABLE FOAM APPLICATOR UNIT (45 LITRES)		1					1
FIRE EXTINGUISHING SYSTEM		EMERGENCY FIRE PUMP (72 m³/h x 80 m)	1						1
		FIRE HYDRANT WITH COUPLING OF AN EDUCTOR/BUBBLER				1	1		
		FIRE HYDRANT WITH COUPLING OF AN EDUCTOR/BUBBLER	1	2	4	11	2	2	
		FIRE MAIN SECTION VALVE			2	6			
		FOAM DUCT BOX VALVE				1			1
		INTERNATIONAL SHORE CONNECTION			1				1
		FOAM MONITOR				1	1		2
		FIRE HOSE BOX FOR FOAM EXTINGUISHING SYSTEM (1 50 x 4 40 HOSE, 45 x 12 SPRAY/JET NOZZLE COUPLING (DUCT TYPE, SPANNER)				1	1	1	3
		FIRE HOSE BOX OF AN EXTINGUISHING SYSTEM (1 50 x 40 HOSE, 45 x 12 SPRAY/JET NOZZLE COUPLING (DUCT TYPE, SPANNER)				6			6
		FIRE HOSE BOX OF AN EXTINGUISHING SYSTEM (1 50 x 40 HOSE, 45 x 12 SPRAY/JET NOZZLE COUPLING (DUCT TYPE, SPANNER)				1	1	1	3
		FIRE HOSE BOX FOR WATER CUT WASHING SYSTEM (1 50 x 40 HOSE, 45 x 12 SPRAY/JET NOZZLE COUPLING (DUCT TYPE, SPANNER)					1	1	2
		FIRE HOSE BOX OF AN EXTINGUISHING SYSTEM (1 50 x 40 HOSE, 45 x 12 SPRAY/JET NOZZLE COUPLING (DUCT TYPE, SPANNER)	1		1				2
		FIRE HOSE BOX OF AN EXTINGUISHING SYSTEM (1 50 x 40 HOSE, 45 x 12 SPRAY/JET NOZZLE COUPLING (DUCT TYPE, SPANNER)			1				1
		FIRE HOSE BOX OF CO2 EXTINGUISHING SYSTEM (1 50 x 30 HOSE, 12 m SPRAY/JET NOZZLE COUPLING (DUCT TYPE, SPANNER)	2	1	1				4
		TWO WAY FIRE EXTINGUISHING WATER LATCH (FOAM MAIN)			1				1
DETECTING & ALARM SYSTEM		MANUAL OPERATED CALL POINT	3	1	9	7	4	4	33
		SMOKE DETECTOR	4	1	13	6	1	2	36
		HEAT DETECTOR				4			4
		FLOW SUIT SWITCH FOR GENERAL ALARM		1	4	1	1	1	8
		FIRE ALARM PANEL (FIRE DETECTING SYSTEM)						1	1
		REPEATER FIRE ALARM PANEL (FIRE DETECTING SYSTEM)						1	1
		MOTOR HORN		2	6				8
		FIRE ALARM BELL & GENERAL ALARM			4	6	1	1	32
		CO2 ROOM GENERAL LIGHT SIGNAL		1	1				2
CO2 SYSTEM		CO2 MANUAL STATION				1	1		2
		CO2 CYLINDER (40 KG) CHECK VALVE + 22 BOTTLES				1			1
		DISCHARGE NOZZLE FOR CO2 FIRE EXTINGUISHING SYSTEM	7	0	1				22
		SPACE PROTECTED BY CO2 FIRE EXTINGUISHING SYSTEM	1	1	3	1	1	1	11
		REMOTE RELEASE STATION FOR VALVE CHEST (CO2)				1			1
		FIXED FIRE EXTINGUISHING BOTTLE FOR GALLEY DUCT (CO2)				1			1
FIXED COOL APPLICATION SPRINKLER SYSTEM		FRONT PROJECTING STUNT SIDE LINE X 70 (m)	1						1
		SPACE PROTECTED BY WATER MIST SYSTEM	8				1		9
		SOLENOID VALVE WITH ALARM GONG	8	2					10
		REMOTE RELEASE FOR WATER MIST SYSTEM				1			1
		ACOUSTIC SPEAKER FOR WATER MIST SYSTEM	8				2		10
		SMOKE DETECTOR FOR WATER MIST SYSTEM	6				2		8
		FLAME DETECTOR FOR WATER MIST SYSTEM	6				2		8
FIRE EXTINGUISHING SYSTEM FOR PAINT STORE		REMOTE RELEASE STATION FOR FIXED CO2 SYSTEM (FOAM)				1			1
		FIXED FIRE EXTINGUISHING BOTTLE FOR PAINT STORE (FOAM)				1			1

	SYMBOL	DESIGNATION	01 DECK BOTTOM	02 MAIN DECK P & S	03 MAIN DECK	04 POOP DECK	05 BOAT DECK	06 BRIDGE	TOTAL

PRINCIPAL DIMENSION

LOA	:	100.00 m
LBP	:	95.00 m
Moulded B	:	16.50 m
Depth	:	8.60 m
Draft	:	6.00 m
Crew	:	18
TYPE	:	TANKER

TANKER

SAFETY AND FIRE CONTROL PLAN

0122940803

LAMPIRAN III

TABEL PERHITUNGAN WTE

(Hal ini sengaja dikosongkan)

Rute 1

Eksisting

FZ1						
Escape route on	**T_{deck} (s)**	**t_f (s)**	**t_{stairs} (s)**	**$t_{assembly}$ (s)**	**t_l (s)**	**T (s)**
3 Deck	0.00	1.92	1.68	1.97	5.57	12.81
2 Deck	0.00	1.92	7.23	1.97	11.12	25.59
1 deck	0.00	1.92	0.00	1.97	3.89	8.95
01 Deck	0.00	1.92	3.15	1.97	7.04	16.19
02 Deck	0.00	1.92	14.04	1.97	17.93	41.23
03 Deck	32.94	1.92	14.04	1.97	50.87	117.00
		Corresponding value of T (s) =		**117.00**	**1 Minute 57 Second**	

Case 1A: Day Case on Fz 1:						
1.25 (R+T) + 2/3 (E+L) = 1.25 (5' + 01'57") + 2/3 (25') = 25'21"				1521.25	**25 Minute 21 Second**	
where:						
(E+L) is assumed to be 25'						
R = 5' (day case)						
T = 01'57"						

Redesain

FZ1						
Escape route on	**T_{deck} (s)**	**t_f (s)**	**t_{stairs} (s)**	**$t_{assembly}$ (s)**	**t_l (s)**	**T (s)**
3 Deck	0.00	2.19	2.35	4.30	8.84	20.33
2 Deck	0.00	2.19	5.25	4.30	11.74	26.99
1 deck	0.00	2.19	0.00	4.30	6.49	14.92
01 Deck	0.00	2.19	3.15	4.30	9.64	22.16
02 Deck	0.00	2.19	14.04	4.30	20.52	47.21
03 Deck	32.94	2.19	14.04	4.30	53.47	122.98
		Corresponding value of T (s) =		**122.98**	**2 Minute 3 Second**	

Case 1A: Day Case on Fz 1:						
1.25 (R+T) + 2/3 (E+L) = 1.25 (5' + 02'03") + 2/3 (25') = 25'29"				1528.72	**25 Minute 29 Second**	
where:						
(E+L) is assumed to be 25'						
R = 5' (day case)						
T = 02'03"						

Rute 2

Eksisting

FZ1						
Escape route on	T_{deck} (s)	t_f (s)	t_{stairs} (s)	$t_{assembly}$ (s)	t_l (s)	T (s)
3 Deck	0.00	4.19	4.24	3.71	12.14	27.93
2 Deck	0.00	4.19	4.24	3.71	12.14	27.93
1 deck	4.13	4.19	0.00	3.71	12.03	27.68
01 Deck	0.00	4.19	2.26	3.71	10.16	23.36
02 Deck	0.00	4.19	2.29	3.71	10.19	23.44
03 Deck	5.49	4.19	2.29	3.71	15.68	36.07
		Corresponding value of T (s) =		36.07	0 Minute 36 Second	

Case 1A: Day Case on Fz 1:						
1.25 (R+T) + 2/3 (E+L) = 1.25 (5' + 00' 36") + 2/3 (25') = 23' 40"				1420.08	23 Minute 40 Second	
where:						
(E+L) is assumed to be 25'						
R = 5' (day case)						
T = 00' 36"						

Redesain

FZ1						
Escape route on	T_{deck} (s)	t_f (s)	t_{stairs} (s)	$t_{assembly}$ (s)	t_l (s)	T (s)
3 Deck	0.00	3.82	4.13	12.30	20.25	46.58
2 Deck	0.00	3.82	4.13	12.30	20.25	46.58
1 deck	4.13	3.82	0.00	12.30	20.25	46.58
01 Deck	0.00	3.82	2.26	12.30	18.38	42.26
02 Deck	0.00	3.82	2.29	12.30	18.41	42.35
03 Deck	5.49	3.82	2.29	12.30	23.90	54.97
		Corresponding value of T (s) =		54.97	0 Minute 55 Second	

Case 1A: Day Case on Fz 1:						
1.25 (R+T) + 2/3 (E+L) = 1.25 (5' + 00' 55") + 2/3 (25') = 24' 04"				1443.71	24 Minute 4 Second	
where:						
(E+L) is assumed to be 25'						
R = 5' (day case)						
T = 00' 55"						

Rute 3

Eksisting

FZ1						
Escape route on	T_{deck} (s)	t_f (s)	t_{stairs} (s)	$t_{assembly}$ (s)	t_l (s)	T (s)
3 Deck	0.00	1.92	1.68	6.87	10.47	24.08
2 Deck	0.00	1.92	7.23	6.87	16.02	36.85
1 deck	3.10	1.92	0.00	6.87	11.89	27.34
01 Deck	1.99	1.92	2.16	6.87	12.93	29.74
02 Deck	0.00	1.92	2.34	6.87	11.13	25.59
03 Deck	6.87	1.92	2.34	6.87	18.00	41.39
		Corresponding value of T (s) =		41.39	0 Minute 41 Second	

Case 1A: Day Case on Fz 1:						
1.25 (R+T) + 2/3 (E+L) = 1.25 (5' + 00' 41") + 2/3 (25') = 23' 47"				1426.74	23 Minute 47 Second	
where:						
(E+L) is assumed to be 25'						
R = 5' (day case)						
T = 00' 41"						

Redesain

FZ1						
Escape route on	T_{deck} (s)	t_f (s)	t_{stairs} (s)	$t_{assembly}$ (s)	t_l (s)	T (s)
3 Deck	0.00	1.78	1.60	8.02	11.39	26.19
2 Deck	0.00	1.78	7.23	8.02	17.02	39.16
1 deck	3.10	1.78	0.00	8.02	12.89	29.64
01 Deck	1.99	1.78	2.08	8.02	13.85	31.86
02 Deck	0.00	1.78	2.34	8.02	12.13	27.90
03 Deck	6.87	1.78	2.34	8.02	19.00	43.70
		Corresponding value of T (s) =		43.70	0 Minute 44 Second	

Case 1A: Day Case on Fz 1:						
1.25 (R+T) + 2/3 (E+L) = 1.25 (5' + 00' 44") + 2/3 (25') = 23' 50"				1429.62	23 Minute 50 Second	
where:						
(E+L) is assumed to be 25'						
R = 5' (day case)						
T = 00' 44"						

(Hal ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN IV

PROJECT GUIDE DAN STANDAR CLASS

(Hal ini sengaja dikosongkan)

PROJECT GUIDE

Space requirements for maintenance

Working space reservation

The required working space around the engine is mainly determined by the dismounting dimensions of some engine components, as well as space requirement of some special tools. It is especially important that no obstructive structures are built next to engine driven pumps, as well as camshaft and crankcase doors.

However, also at locations where no space is required for any engine part dismounting, a minimum of 1000 mm free space everywhere around the engine is recommended to be reserved for maintenance operations.

IMO MSC.1/*CIRC*.834

5.2 *Engine room* - For the purposes of these guidelines, the engine-room is considered to be a space or spaces containing propelling machinery, boilers, oil fuel units, generators, and major electrical machinery, and includes auxiliary machinery spaces, store rooms, workshops, machine shops, the shaft alley, and the steering gear room.

6.3.5 Sufficient space around machinery should be ensured so that maintenance, repair and housekeeping tasks can be performed efficiently with no unnecessary restrictions or risk of injury from contact with hot surfaces or rotating machinery.

PROJECT GUIDE

6.1.6 Space requirement for maintenance

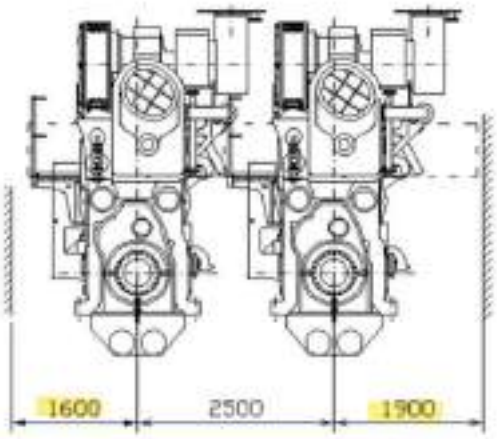


Figure 163: Space requirements for maintenance - L engine

FSS *CODE CHAPTER* 13

3 Cargo ships

Stairways and corridors used as means of escape shall be not less than 720 mm in clear width and shall have a handrail on one side. Stairways and corridors with a clear width of 1,800 mm and over shall have handrails on both sides. "Clear width" is considered the distance between the handrail and the bulkhead on the other side or between the handrails. The angle of inclination of stairways should be, in general, 45°, but not greater than 50°, and in machinery spaces and small spaces not more than 60°. Doorways which give access to a stairway shall be of the same size as the stairway.

SOLAS *CHAPTER* II-2

.1 two sets of steel ladders, as widely separated as possible, leading to doors in the upper part of the space, similarly separated and from which access is provided to the open deck. One of these ladders shall be located within a protected enclosure that satisfies regulation II-2/13.3, category (4), from the lower part of the space it serves to a safe position outside the space. Self-closing fire doors of the same fire integrity standards shall be fitted in the enclosure. The ladder shall be fixed in such a way that heat is not transferred into the enclosure through non-insulated fixing points. The enclosure shall have minimum internal dimensions of at least 800 mm x 800 mm, and shall have emergency lighting provisions; or

IMO MSC.1/*CIRC*.1511

5 Internal dimensions should be interpreted as clear width, so that a passage having diameter of 800 mm is available throughout the vertical enclosure, as shown in figure 8, clear of ship's structure, with insulation and equipment, if any. The ladder within the enclosure can be included in the internal dimensions of the enclosure. When protected enclosures include horizontal portions their clear width should not be less than 600 mm. Figure 8 is given as example of some possible arrangements which may be in line with the above interpretation (regulation II-2/13.4.2.1.1).

LAMPIRAN V

BIODATA PENULIS

(Hal ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS

Nama	: Afifah Nurhalifah Yunitarahmawati
Tempat, Tanggal Lahir	: Probolinggo, 12 Juni 2004
Jenis Kelamin	: Perempuan
Warga Negara	: Indonesia
Agama	: Islam
Alamat	: Jalan Bantaran No. 55 Timur PDAM, Sumberkedawung, Kec. Leces, Kab. Probolinggo
Email	: afifahnurhalifah@gmail.com
No. HP	: 085336025688

RIWAYAT PENDIDIKAN

2010 – 2016	: SD Taruna Dra. Zulaeha
2016 – 2019	: SMP Taruna Dra. Zulaeha
2019 – 2022	: SMA Taruna Dra. Zulaeha
2022 – 2026	: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya