TESIS-MN142532

ANALISIS UMUR KELELAHAN *(FATIGUE LIFE)* KONSTRUKSI KAPAL PERANG TIPE CORVETTE DI PERAIRAN INDONESIA

MUAMMAR KADHAFI
4114 203 012

DOSEN PEMBIMBING:
Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D

PROGRAM MAGISTER
PROGRAM STUDI TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

MN142532 - THESES

FATIGUE ANALYSIS OF WARSHIP CORVETTE IN INDONESIA WATER CONDITION

MUAMMAR KADHAFI
4114 203 012

SUPERVISORS:
Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D

MASTER PROGRAM
STUDY PROGRAMME OF MARINE MATERIAL AND PRODUCTION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)
Di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:
Muammar Kadhafi
NRP. 4114203012

Tanggal Ujian: 19 Juli 2016

Periode Wisuda: September 2016

Disetujui oleh:

1. **Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D.** **(Pembimbing)**
   NIP: 19710320 199512 1 002

2. **Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc., Ph.D.** **(Penguji I)**
   NIP: 19670406 199203 1 001

3. **Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D.** **(Penguji II)**
   NIP: 19590505 198403 1 012

4. **Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.** **(Penguji III)**
   NIP: 19691231 200604 1 178

Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D
NIP: 19601202 198701 1 001

ANALISIS UMUR KELELAHAN *(FATIGUE LIFE)* KONSTRUKSI KAPAL PERANG TIPE CORVETTE DI PERAIRAN INDONESIA

Nama mahasiswa : Muammar Kadhafi

NRP : 4114 203 012

Pembimbing : Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, sehingga membutuhkan armada kapal perang yang sesuai untuk mengamankan wilayah perairan yang luas tersebut. Kapal perang harus memiliki konstruksi yang kuat untuk mengatasi beban gelombang yang mengakibatkan tegangan (*stress*) dan kelelahan (*fatigue*) pada konstruksi. Kelelahan (*fatigue*) pada kapal ditentukan oleh desain konstruksi kapal, kondisi operasional dan kondisi lingkungan perairan dimana kapal beroperasi. Sulisetyono, *et.al* (2015) telah melakukan desain konstruksi kapal corvette. Skenario operasi kapal dibuat berdasarkan data rute pelayaran kapal perang serta pembebanan diambil dari data probabilitas tinggi gelombang. Tesis ini bertujuan menghitung umur kelelahan (*fatigue life*) desain konstruksi struktur kapal tipe corvette yang akan beroperasi di perairan Indonesia. Umur kelelahan (*fatigue life*) struktur kapal korvet dihitung dengan menggunakan pendekatan *Spectral Analysis*. Berdasarkan perhitungan dengan metode tersebut, diperoleh nilai umur kelelahan sebesar 84 tahun.

Kata kunci : *fatigue life,* Kapal korvet*, Spectral Analysis*.

FATIGUE ANALYSIS OF WARSHIP CORVETTE IN INDONESIA WATER CONDITION

Student name	:	Muammar Kadhafi
NRP	:	4114 203 012
Supervisor	:	Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D

ABSTRACT

Indonesia is the largest archipelago in the world, thus requiring appropriate warships to secure the territorial waters. Corvette warship has been designed to be capable of operating in conditions of Indonesian waters. As a warship, should have a strong construction to overcome the wave loads resulting stress and fatigue on the construction. Fatigue of ship construction depend on construction design, operational of ship and environment condition. Sulisetyono, *et.al* (2015) has designed the construction of corvette ship. The load applied to the structure is calculated based on wave load as ship route. This thesis aims to calculate the fatigue life on construction of warship corvette design in Indonesian waters. The fatigue life of the structure corvette calculated using Spectral Analysis approach . Based on the calculation method, obtained the fatigue life is 84 years.

Keywords : fatigue life, corvette ship, Spectral Analysis.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah mencurahkan segala nikmat, rahmat dan karunia-Nya sehinga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul "ANALISIS UMUR KELELAHAN (*FATIGUE LIFE*) KONSTRUKSI KAPAL PERANG TIPE CORVETTE DI PERAIRAN INDONESIA" dengan baik dan lancar.

Tesis ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Magister (S-2) di Bidang Hidrodinamika Kapal, Program Studi Teknik Produksi dan Material Kelautan (TPMK), Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Tesis ini membahas tentang umur kelelahan konstruksi kapal perang tipe korvet di perairan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis senantiasa membuka diri untuk masukan dan kritik demi tercapainya kesempurnaan penelitian selanjutnya.

Akhir kata penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dan sumbangan bagi dunia ilmu pengetahuan, khususnya dibidang teknologi kelautan, serta bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian tesis ini baik secara langsung maupun tidak langsung, diantaranya yaitu:

1. Ibu dan Ayah penulis (A.Rahman dan Turayah) atas segala kasih sayang yang tulus, doa yang selalu dipanjatkan untuk penulis dengan ketulusan hati serta kesabaran dan dukungan baik moral maupun material. Serta kakak dan adik-adik penulis (Syahrul, Zulhaedin, Dewi Andriani, Rahmat Ramadhan, Nur Anjani dan Zahratul Jannah), terima kasih untuk doa-doanya.
2. Istri dan putra penulis (Nur Kamariah dan Muhammad Mursi) yang telah dengan sabar mendampingi serta selalu memberikan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing, terima kasih atas segala kebaikan dan kesabaran bapak dalam membimbing penulis selama pengerjaan tesis ini.
4. Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc., Ph.D., Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D., dan Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc. selaku dosen penguji dalam sidang akhir, penulis ucapkan terima kasih atas segala masukan dan koreksi atas tesis penulis.
5. Prof. Ir. Lilik Hendrajaya, M.Sc., Ph.D., dan Dr. Melania Suweni Muntini, MT atas bantuan, motivasi dan waktu luangnya dalam membantu penulis dalam program beasiswa Pra S-2 dan S-2 Saintek Dikti.
6. Bapak Rudi Walujo Prastianto, ST., MT., Dr.Eng. selaku koordinator PPsTK dan Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi, ST., MT. selaku sekretaris PPsTK yang baru saja digantikan dari amanahnya serta seluruh karyawan PPsTK (Pak Hasan, Mbak Dian, Jainur), penulis sampaikan ucapan terimakasih atas segala bantuannya.
7. Teman-teman L-23 (*Shark Army*) angkatan 2005 Teknik Kelautan ITS, terima kasih atas dukungan dan doanya.

8. Teman-teman seperjuangan kelas D dan seluruh penerima program beasiswa Pra S-2 dan S-2 Saintek Dikti, terima kasih atas dukungan moral dan materialnya.
9. Seluruh teman-teman S-2 FTK ITS baik yang masih kuliah maupun yang telah lulus lebih dulu, Kapten Arif atas data pelayaran KRI, Mas Baidowi atas nasehat dan bantuannya, penulis sampaikan terima kasih.
10. Rian, Sugi dan Teguh yang telah membantu pemodelan dengan Poseidon serta saudara Teguh Putranto, ST, MT. untuk diskusi yang bermanfaat penulis sampaikan ucapan terima kasih.
11. Kepada semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak dapat penulis sebut satu persatu, penulis ucapkan terima kasih. Semoga semuanya mendapat keberkahan dari Allah SWT.

Surabaya, Juli 2016

Muammar Kadhafi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL INDONESIA i
HALAMAN JUDUL INGGRIS ii
LEMBAR PENGESAHAN iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
UCAPAN TERIMA KASIH vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR NOTASI xvi
DAFTAR LAMPIRAN xviii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 4
1.3. Tujuan 4
1.4. Manfaat Penelitian 4
1.5. Batasan Masalah 5
1.6. Sistematika Penulisan 6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 7
2.1. Kajian Pustaka 7
2.2. Dasar Teori 9
2.2.1. Teori Gelombang Reguler 9
2.2.2. Gerakan Kapal 10
2.2.3. *Bending Moment* 11

2.2.4. Momen Inersia 13
2.2.5. Spektrum gelombang ITTC/ISSC-1975 14
2.2.6. Kondisi *Sagging* Dan *Hogging* 16
2.2.7. 3D *Diffraction Theory* 18
2.2.8. *Grid Independence* 20
2.2.9. Analisis Struktur Kapal 21
2.2.10. *Spectral Fatigue* 24

BAB 3 METODA PENELITIAN 29

3.1. Diagram Alir Penelitian 29
3.2. Studi Literatur 31
3.3. Pengumpulan Data 31
3.3.1. Data Kapal 31
3.3.2. Skenario Operasi 33
3.3.3. Data Lingkungan 34
3.3.4. Pembebanan (*loading condition*) 36
3.4. Model Geometri Menggunakan Software Maxurf 44
3.5. *Export* Model Geometri ke Software Aqwa 44
3.6. Perhitungan *RAO Bending Moment* Menggunakan Software Aqwa 46
3.7. Pemodelan pada Software Poseidon 48
3.8. Perhitungan RAO Tegangan 52
3.9. Perhitungan Spektrum Gelombang ITTC 52
3.10. Perhitungan Spektrum Tegangan 52
3.11. Perhitungan Kejadian *Long-Term* (n_L) 53
3.12. Perhitungan Kejadian yang Menyebabkan Kelelahan Struktur (N) 54
3.13. Perhitungan Nilai Kerusakan (D) 55
3.14. Perhitungan Umur Kelelahan (*Fatigue Life*) 55

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 57

4.1. RAO Bending Moment 57
4.2. RAO Tegangan 59
4.3. Spektrum Gelombang ITTC/ISSC-1975 60

4.4. Spektrum Tegangan 63
4.5. Kejadian *Long Term* 65
4.6. N-Cycles pada Kurva S-N 73
4.7. Angka Kerusakan 73
4.8. Umur Kelelahan 79
4.9. Studi Komparasi 80

BAB V PENUTUP 83

DAFTAR PUSTAKA 85

LAMPIRAN A : GAMBAR PENAMPANG MIDSHIP
LAMPIRAN B : ETAPE PELAYARAN KRI
LAMPIRAN C : SPECTRAL FATIGUE CALCULATION
LAMPIRAN D : OUTPUT ANSYS AQWA

BIOGRAFI PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 : Kapal Korvet kelas SIGMA (Ship Integrated Geometrical Modularity Approach) milik Indonesia 2

Gambar 1.2 : Crack pada kapal akibat fatigue 3

Gambar 2.1 : Gelombang reguler di permukaan laut 10

Gambar 2.2 : *Six degree of freedom* 11

Gambar 2.3 : Variasi jenis moment 12

Gambar 2.4 : Nilai *k* 14

Gambar 2.5 : Grafik Spektra Gelombang 15

Gambar 2.6 : Kondisi hogging 16

Gambar 2.7 : Kondisi sagging 17

Gambar 2.8 : Pemodelan lambung kapal dibagi dalam panel-panel 18

Gambar 2. 9 : Distribution factor for c_M and influence factor cv 22

Gambar 2.10 : Faktor distribusi CQ 23

Gambar 2. 11: Grafik Kurva S-N 26

Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian 30

Gambar 3. 2 : Penampang melintang *midship* kapal 32

Gambar 3. 3 : General arrangement kapal perang tipe *corvette* 32

Gambar 3.4 : Skenario Rute 34

Gambar 3. 5 : Model Kapal Perang pada Maxsurf Pro 44

Gambar 3.6 : Menu *Input Slice* 45

Gambar 3.7 : Geometri kapal pada perangkat lunak Ansys Aqwa 46

Gambar 3.8 : Detail *input point mass* 47

Gambar 3.9 : Gambar 3D kapal perang tipe *corvette* 48

Gambar 3.10 : Potongan memanjang 3D kapal perang tipe *corvette* 49
Gambar 3.11 : Potongan melintang kapal perang bagian haluan 49
Gambar 3.12 : Potongan melintang kapal perang bagian palkah pada *midship* ... 49
Gambar 3.13 : Potongan melintang kapal bagian *midship* 50
Gambar 3.14 : Penampang *frame* 88 50
Gambar 3. 15 : Detail konstruksi..... 51
Gambar 3.16 : *Bending moment capacity* 51
Gambar 3.17 : Output momen inersia 52
Gambar 4. 1 : Vertical Bending Moment RAO..... 58
Gambar 4. 2 : Horizontal Bending Moment RAO 58
Gambar 4. 3 : Grafik RAO Tegangan 59
Gambar 4.4 : Spektrum Gelombang pada *loading condition* 61
Gambar 4. 5 : Grafik Spektrum Tegangan 63
Gambar 4.6 : n-cycles pada Hs=0.5 m 67
Gambar 4. 7 : n-cycles pada Hs=1 m 67
Gambar 4. 8 : n-cycles pada Hs=1.5 m 67
Gambar 4. 9 : n-cycles pada Hs=2 m 68
Gambar 4. 10 : n-cycles pada Hs=2.5 m 68
Gambar 4. 11 : n-cycles pada Hs=3 m 68
Gambar 4. 12 : n-cycles pada Hs=3.5 m 69
Gambar 4. 13 : n-cycles pada Hs=4 m 69
Gambar 4. 14 : n-cycles pada Hs=4.5 m 69
Gambar 4. 15 : n-cycles pada Hs=5 m 70
Gambar 4. 16 : n-cycles pada Hs=5.5 m 70
Gambar 4. 17 : n-cycles pada Hs=6 m 70

Gambar 4. 18 : n-cycles pada Hs=7 m 71

Gambar 4. 19 : n-cycles pada Hs=8 m 71

Gambar 4. 20 : n-cycles pada Hs=9 m 71

Gambar 4. 21 : n-cycles pada Hs=10 m 72

Gambar 4. 22 : Distribusi Weibull n-Cycles 72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : *Modulus Calculation* 14

Tabel 2.2 : "New" HSE Basic Design S-N Curve 25

Tabel 3.1 : Principal Dimensions 31

Tabel 3.2 : Pembagian wilayah operasi 33

Tabel 3.3 : Probabilitas Wilayah Operasi 34

Tabel 3.4 : Laut Jawa 37

Tabel 3.5 : Laut Selatan 38

Tabel 3.6 : Laut Utara 39

Tabel 3.7 : Selat Makassar 40

Tabel 3. 8 : Laut Banda 41

Tabel 3.9 : Probabilitas Gelombang 42

Tabel 3.10 : Probabilitas Pembebanan 43

Tabel 4.1 : RAO Bending Moment 57

Tabel 4.2 : RAO Tegangan 60

Tabel 4.3 : Spektrum Gelombang 62

Tabel 4.4 : Spektrum Tegangan 64

Tabel 4.5 : Nilai m_0 dan m_2 65

Tabel 4.6 : Kejadian short term 66

Tabel 4.7 : Angka kerusakan (D) 73

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan
a	: Virtual mass (massa kapal ditambah added mass)
b	: Koefisien damping (gaya melawan arah gerakan)
c	: Koefisien restorting force (gaya pengembali)
$\ddot{z}$	: Percepatan
$\dot{z}$	: Kecepatan
z	: Posisi
F_0	: Gaya luar pada kapal
I_{yy}	: Momen inersia penampang midship terhadap sumbu y
I_{zz}	: Momen inersia penampang midship terhadap sumbu z
z	: Jarak vertical *baseline* ke detail struktur
z_0	: Jarak vertical *baseline* ke natural axis
ε_v	: Sudut fase bending moment vertical
ε_h	: Sudut fase momen bending horisontal
d	: Jarak natural axis
A_1	: Luas penampang diatas natural axis
h_1	: Jarak titik berat penampang diatas natural axis
A_2	: Luas penampang dibawah natural axis
h_2	: Jarak titik berat penampang dibawah natural axis
Hs	: Tinggi gelombang signifikan
g	: Gravitasi
ω	: Frekuensi

Xj	: Amplitudo gerakan struktur
Mkj	: Matriks insersia struktur
Akj	: Matriks koefisien added mass
Bkj	: Matriks koefisien damping
Ckj	: Koefisien inersia statis
Fk	: Amplitudo wave exciting force
m	: Slope kemiringan kurva S-N
N	: Siklus kejadian penyebab kegagalan
S	: Rentang tegangan
K	: *Intercept* sumbu axis
T_L	: Umur operasi
m_0	: Momen spektrum
m_2	: Second moment spektrum
n_i	: Jumlah kejadian pada stress range S_i
D	: Angka kerusakan kumulatif
nL	: Kejadian *long term*

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : GAMBAR PENAMPANG MIDSHIP

LAMPIRAN B : ETAPE PELAYARAN KRI

LAMPIRAN C : SPECTRAL FATIGUE CALCULATION

LAMPIRAN D : OUTPUT ANSYS AQWA

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, dengan letak yang strategis di antara dua benua, Benua Asia dan Australia, serta dua samudera, Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Konstelasi geografis Indonesia tersebut beserta kekayaan sumber daya alam yang dimiliki Indonesia, merupakan faktor-faktor yang sangat mempengaruhi dinamika politik, ekonomi, dan keamanan nasional Indonesia (Peraturan Presiden RI No. 7 Tahun 2008). Untuk melindungi wilayah laut Indonesia yang luas tersebut, dibutuhkan kesediaan armada kapal perang yang memiliki kesiapan tempur yang prima, mudah dikendalikan, mobilitas tinggi, mampu memproyeksikan kekuatan ke darat, mampu menampilkan sosok Angkatan Laut yang kuat dan berwibawa sebagai simbol dari kekuatan, dan memiliki daya tahan operasi yang tinggi (Doktrin TNI AL, 2006). Kehadiran unsur KRI di alur-alur pelayaran Indonesia untuk melaksanakan *sea control* akan membawa dampak psikologis terhadap pihak-pihak yang berniat mengganggu kedaulatan, keutuhan, dan keselamatan bangsa dan negara.

Kapal perang jenis korvet kelas SIGMA (*Ship Integrated Geometrical Modularity Approach*) menjadi solusi bagi negara kepulauan seperti Indonesia. Kapal Korvet (*Corvette*) adalah jenis kapal perang yang lebih kecil dari *fregat* dan lebih besar dari kapal patroli pantai, namun biasanya dimasukan dalam kategori kapal patroli yang mampu melakukan operasi sergap dan serbu secara mandiri. Istilah korvet sendiri diperkenalkan oleh Angkatan Laut Perancis pada abad ke-17 untuk menyebut suatu kapal kecil (biasanya membawa 20 meriam) yang digunakan untuk melindungi kapal dagang dan patroli lepas pantai. Angkatan Laut Inggris kemudian juga mengadopsi istilah ini pada abad ke-19.

Di Indonesia, pembangunan kapal korvet bertujuan untuk memenuhi operasi di laut bebas (*unrestricted water*) dan patroli teritorial termasuk daerah zona ekonomi eksklusif (ZEE) dengan durasi tidak kurang dari 20 hari secara

terus menerus, misi anti kapal selam (ASW) dan untuk misi SAR (*search and rescue*). Sampai saat ini Indonesia baru memiliki empat kapal korvet, yaitu KRI Diponegoro-365, KRI Sultan Hasanuddin-366, KRI Sultan Iskandar Muda-367, dan KRI Frans Kaisiepo-368. Pembangunan kapal terealisasi berkat kerja sama antara TNI AL, PT.PAL dan Damen Schelde Naval Shipbuilding, perusahaan galangan kapal Belanda. Dalam rangka menambah jumlah armada korvet, tesis ini mengambil bagian untuk ikut serta dalam perencanaan dan desain kapal korvet baru dengan ukuran yang lebih besar dari kapal-kapal korvet yang telah ada sebelumnya. Salah satu kapal korvet milik Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Gambar 1. 1 : Kapal Korvet kelas SIGMA (*Ship Integrated Geometrical Modularity Approach*) milik Indonesia

(Sumber : http://products.damen.com/en/ranges/sigma-frigate-and-corvette/sigma-corvette-9113)

Dalam mendesain suatu kapal perang baru yang andal, dalam hal teknis juga harus mempertimbangkan kekuatan konstruksi dari kapal tersebut. Baik kekuatan secara memanjang, maupun melintang, dan juga kekuatan puntir dari kapal tersebut. Selain itu, juga mempertimbangkan faktor alam berupa gelombang air laut yang mengenai badan kapal yang biasa disebut beban gelombang. Beban gelombang yang mengenai kapal berhubungan langsung dengan kondisi lingkungan dimana kapal tersebut beroperasi. Beban gelombang

real yang mengenai kapal diperoleh dengan membuat skenario rute operasi kapal. Skenario operasi perlu diperhitungkan untuk menjadi acuan dalam menghitung probabilitas *wave loading* dan rute pelayaran kapal.

Beban gelombang adalah beban yang ditimbulkan karena interaksi antara permukaan badan kapal dengan gelombang air laut. Beban gelombang mengakibatkan kapal mengalami gerakan-gerakan seperti *surging*, *heaving*, *swaying*, *rolling*, *pitching*, dan *yawing*. Gerakan-gerakan tersebut dapat mempengaruhi struktur kapal berupa terjadinya momen bending dan *shear stress*. Momen bending menyebabkan terjadinya tegangan pada konstruksi kapal secara memanjang. Karena beban gelombang terjadi secara berulang-ulang atau yang disebut dengan beban siklik (*cyclic load*), maka momen bending juga terjadi secara berulang diikuti terjadinya tegangan pada struktur kapal tersebut. Jika rentang tegangan akibat beban gelombang tersebut mencapai rentang tegangan yang menyebabkan terjadinya kelelahan, maka akan merusak struktur kapal tersebut dengan diawali oleh terjadinya kelelahan struktur kapal yang diikuti oleh proses keretakan (*crack*). Contoh kecelakaan akibat kelelahan struktur pada kapal dapat dilihat pada Gambar 1.2.

Gambar 1. 2 : *Crack* pada kapal akibat fatigue

(Sumber: http://www.british-filipino.com/index.php?threads/snap.7414/)

Kelelahan (*Fatigue*) adalah salah satu jenis kegagalan (patah) pada komponen struktur akibat beban dinamis (pembebanan yang berulang-ulang atau berubah-ubah) yang bersifat siklis (*cyclic*). Lokasi terjadinya kegagalan (patah)

umumnya terletak pada *midship* kapal seperti ditunjukan pada Gambar 1.2. Kerusakan pada bangunan laut mayoritas diakibatkan oleh kelelahan (*fatigue*) pada struktur, baik itu pada komponen struktur utama maupun struktur sekunder. Diperkirakan 50%-90% kegagalan mekanis adalah disebabkan oleh kelelahan (Jokosisworo,2011). Disamping itu, faktor-faktor operasi lain pada tingkatan tertentu juga dapat menambah beban siklis ini, sehingga keadaan struktur menjadi bertambah kritis (Djatmiko, 2003). Karena besarnya peluang kegagalan struktur akibat kelelahan, maka pada tesis ini penulis akan melakukan analisis umur kelelahan konstruksi kapal perang tipe corvette tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana skenario operasi kapal perang korvet?
2. Bagaimana menghitung bending momen akibat beban gelombang?
3. Bagaimana menghitung tegangan pada konstruksi kapal?
4. Bagaimana menentukan lokasi terjadinya tegangan maksimum pada konstruksi kapal?
5. Bagaimana menghitung umur kelelahan (*fatigue life*) kapal?

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menjabarkan skenario operasi kapal perang korvet sesuai dengan data operasi kapal perang.
2. Menghitung bending momen akibat beban gelombang.
3. Menghitung besar tegangan kapal korvet akibat beban gelombang.
4. Menentukan lokasi terjadinya tegangan maksimum pada konstruksi kapal.
5. Menghitung umur kelelahan kapal korvet.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan memberikan manfaat bagi berbagai pihak sebagai berikut.

1. Penulis

Penulis mendapatkan banyak pengetahuan dan pengalaman riset dalam memahami dasar-dasar perhitungan *fatigue*, khususnya pada konstruksi kapal perang tipe korvet.

2. Designer Kapal dan Galangan

Dengan mengacu pada perhitungan *fatigue*, *designer* kapal dan galangan kapal dapat melakukan penyesuaian bentuk konstruksi agar kapal memenuhi standar keselamatan.

3. Surveyor

Hasil perhitungan *fatigue* dan lokasi terjadinya *fatigue* dapat dijadikan acuan dalam melakukan proses inspeksi.

4. Owner

Pemilik kapal (*owner*) dapat menjadikan hasil perhitungan *fatigue* sebagai acuan dalam pengoperasian kapal serta proses perawatan.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kapal korvet yang digunakan merupakan kapal korvet yang masih dalam proses desain dan perencanaan sehingga dianggap sebagai bangunan kapal baru dengan ukuran panjang 106 m, lebar 14 m, sarat air 3.7 m dan tinggi 8.75 m.
2. Data lingkungan hanya mengambil lima titik lokasi untuk mewakili keseluruhan rute operasi kapal korvet.
3. Probabilitas rute pelayaran dan probabilitas lama operasi selama satu tahun diperoleh dari pengolahan data etape pelayaran KRI.
4. Perhitungan beban gelombang menggunakan perangkat lunak Ansys Aqwa 16.
5. Pemodelan konstruksi dan perhitungan tegangan struktur kapal perang tipe corvette menggunakan perangkat lunak Poseidon 11.0.
6. Wave heading yang dipakai adalah dari arah 180^{o} (*head seas*) pada kecepatan 30 knot.

7. Pembebanan hanya memakai beban gelombang saja.
8. Sambungan pengelasan dianggap sebagai sambungan sempurna tanpa adanya cacat.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini dimulai dengan pendahuluan pada Bab Satu yang menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang dilakukan, perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini. Selain itu, dalam bab ini juga akan dijelaskan manfaat yang dapat diperoleh, batasan masalah untuk membatasi analisa yang dilakukan dan sistematika penulisan laporan penelitian.

Dasar teori dan tinjauan pustaka yang menjadi sumber referensi dalam penelitian ini dijelaskan pada Bab Dua. Secara rinci bab ini berisikan tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian ini, dasar-dasar teori, persamaan-persamaan dan *rules* yang digunakan dalam penelitian dicantumkan dalam bab ini.

Bab Tiga pada penulisan laporan penelitian ini menerangkan tentang metodologi penelitian, beserta diagram alir (*flowchart*), yang digunakan untuk mengerjakan penelitian. Penjelasan pemodelan yang dilakukan dalam penelitian serta data-data yang akan digunakan juga dicantumkan dalam bab ini.

Seluruh hasil analisis penelitian ini akan dibahas dan diterangkan pada Bab Empat. Bab ini berisi hasil perhitungan dan output pemodelan hingga memperoleh hasil yang menjadi tujuan dari penelitian. Sedangkan kesimpulan beserta saran yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut diterangkan pada Bab Lima.

BAB 2
KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Kajian Pustaka

Geyer (1986) mendefinisikan komponen-komponen dasar dari analisis umur kelelahan *(fatigue life)* adalah sebagai berikut.

- Karakterisasi siklus beban yang terjadi baik untuk kurun waktu pendek maupun kurun waktu panjang.
- Perhitungan beban-beban siklis yang mengenai struktur.
- Evaluasi siklus rentang tegangan pada suatu elemen yang ditinjau.
- Perhitungan kerusakan pada elemen yang ditinjau akibat siklus rentang tegangan yang terjadi.
- Evaluasi kekuatan elemen yang ditinjau.

Sedangkan untuk menghitung kerusakan yang ditimbulkan oleh kelelahan *(fatigue damage)*, Wirsching (1983) mengklasifikasikan beberapa metode dasar, yaitu:

- Metode Deterministik

  Metode ini biasa digunakan oleh Lloyd's Register. Pada metode ini *fatigue damage* dihitung dengan menggunakan *wave exceedance diagram*.
- Metode Distribusi Gelombang

  Metode ini mengasumsikan bahwa tegangan yang terjadi proporsional terhadap tinggi gelombang dan gelombang dideskripsikan dengan distribusi lognormal, Weibull, dan lain-lain.
- Metode Distribusi Rentang Tegangan

  Metode ini secara teoritis memodelkan rentang tegangan sebagai distribusi Weibull yang biasanya diperoleh dari metode spektral, metode distribusi gelombang, dan lain-lain.

- Metode Spektral

  Metode ini biasa disebut dengan metode probabilistik. Pada metode ini *fatigue damage* diperhitungkan dari tiap *seastate* dalam *scatter* diagram dan tegangan dianggap sebagai suatu proses acak yang seimbang *(stationary random process)*.
- Metode *Equivalent* Weibull

  Metode ini biasa digunakan oleh DNV, yang menggunakan analisis spektral untuk kemudian mendapatkan distribusi rentang tegangan kurun waktu panjang yang ekuivalen dengan distribusi Weibull.

Penelitian ini menggunakan metode spektral. Metode spektral dipilih karena mempertimbangkan data lingkungan yang tersedia, dimana hanya dibutuhkan data tinggi gelombang beserta peluang kejadiannya saja sebagai *input* dasar perhitungan. Selain itu metode ini lebih sederhana dan lebih mewakili kondisi lingkungan. Lewis (1988) mendefinisikan bahwa *spectral fatigue analysis* merupakan metode perhitungan langsung dimana pendekatan ini menggunakan *bending moment* yang dihasilkan dari analisis *seakeeping*. DNV (2014) merekomendasikan bahwa rentang tegangan kurun waktu panjang (*long-term stress range*) mengikuti distribusi Weibull. Sedangkan pada ABS (2010) merekomendasikan untuk rentang tegangan kurun waktu pendek *(short-term)* menggunakan distribusi Rayleigh. Wang (2010) melakukan perhitungan umur kelelahan struktur kapal menggunakan pendekatan spektral dan menawarkan langkah-langkah dalam melakukan perhitungan guna mendapatkan umur kelelahan struktur kapal. Spektrum gelombang yang digunakan adalah ITTC/ISSC 1975, dimana Mirokhin & Kholodilin (1975) mengajukan formula baru berdasarkan perkembangan data mutakhir yang kemudian disetujui oleh forum ITTC. IACS R-56 (1999) menerapkan formula Palmgren–Miner untuk mencari nilai angka kerusakan.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Teori Gelombang Reguler

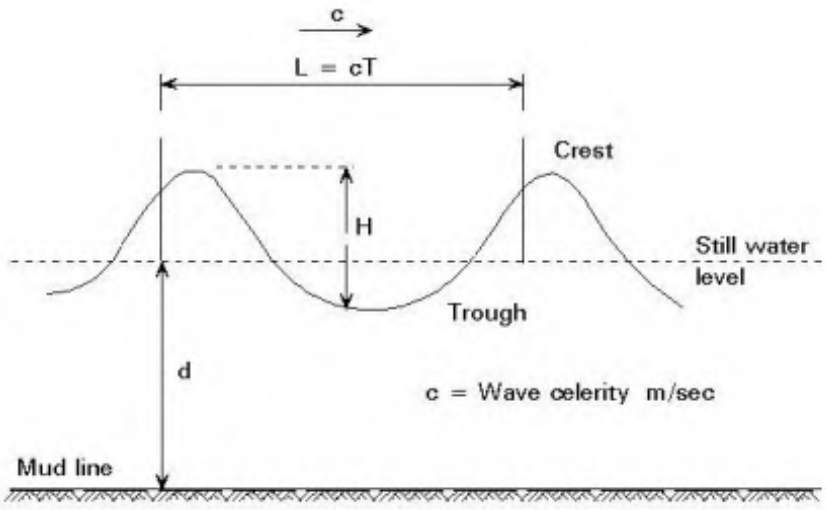
Gelombang sebagaimana halnya dengan fluida dinamis yang lain dapat dipandang sebagai aliran fluida cair yang mempunyai pola khas, yang dapat diformulasikan secara matematis dengan mempertimbangkan kaidah-kaidah dan hokum-hukum tertentu, sebagaimana dijelaskan dalam teori dasar mekanika fluida dan hidrodinamika, antara lain oleh McCormick (1973) dan Le Mehaute (1969). Untuk menyederhanakan perumusan matematis gelombang, yang dalam kondisi riilnya adalah sangat kompleks, maka telah ditetapkan asumsi-asumsi.

Perumusan yang paling sederhana dari gelombang laut adalah dalam bentuk osilasi sinusoidal, seperti telah diperkenalkan oleh Airy (1845). Teori ini didasarkan pada asumsi bahwa tinggi gelombang adalah relatif kecil bila dibandingkan dengan panjangnya, ataupun kedalaman perairan di mana gelombang berpropagasi. Chakrabarti (1987) menyatakan bahwa asumsi ini memberikan keleluasaan syarat batas permukaan bebas untuk dilinierisasi dengan mengabaikan besaran tinggi gelombang yang secara matematis mempunyai orde di atas satu. Asumsi ini juga memberikan keleluasaan syarat permukaan bebas untuk dapat dipenuhi oleh permukaan air rata-rata, sehingga tidak perlu memperhitungkan osilasinya.

Gerakan air, seperti gelombang ditentukan oleh hukum kekekalan massa, dimana massa tidak dapat diciptakan maupun dihilangkan. Gambar 2.1 menampilkan komponen detail yang terkait dengan gelombang laut. Bhattacharyya (1978) mengenalkan beberapa istilah yang berhubungan dengan gelombang adalah sebagai berikut:

a. Puncak gelombang (*Crest*) adalah titik dimana permukaan air berada pada elevasi tertinggi.
b. Lembah gelombang (*Trough*) adalah titik dimana permukaan air berada pada elevasi terendah.
c. Garis datum adalah garis datar permukaan air (diambil secara statistik) pada waktu air tenang.

d. Elevasi gelombang (ζ) adalah jarak suatu titik pada permukaan gelombang dengan garis datum pada suatu waktu tertentu.
e. Amplitudo gelombang (ζw) adalah garis vertikal antara titik tertinggi atau titik terendah dengan garis datum.
f. Panjang gelombang (λ) adalah jarak dari puncak (lembah) gelombang dengan puncak (lembah) gelombang berikutnya.
g. Kecepatan gelombang (V) adalah jarak yang ditempuh suatu titik per satuan waktu.
h. Frekuensi gelombang (ω) adalah banyaknya puncak (lembah) gelombang yang dilalui oleh suatu titik per satuan waktu.



Gambar 2.1: Gelombang reguler di permukaan laut

(Sumber: Bhattacharyya, 1978)

2.2.2. Gerakan Kapal

Pada dasarnya kapal mengalami dua jenis gerakan yaitu gerakan translasi dan rotasi. Karena kapal merupakan benda tiga dimensi, masing-masing jenis gerakan bergerak terhadap tiga sumbu yaitu sumbu x, y dan z. Gerakan translasi yang dialami kapal antara lain gerakan vertikal naik turun (*heave*) searah sumbu z, gerakan ke kiri dan ke kanan (*sway*) searah sumbu y dan gerakan ke arah depan dan belakang (*surge*) searah sumbu x. Gerakan rotasi yang dialami kapal antara lain rotasi terhadap sumbu x (*roll*), rotasi terhadap sumbu y (*pitch*), dan rotasi

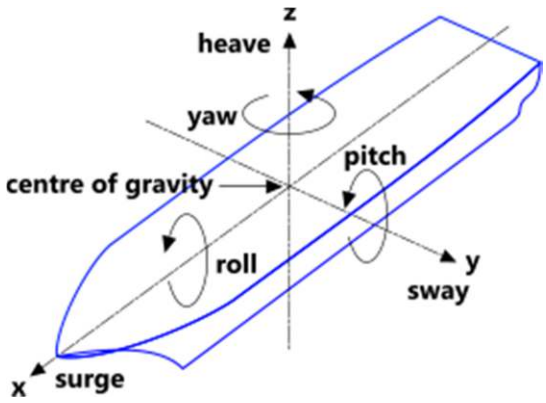
terhadap sumbu z (*yaw*). Jadi, berdasarkan uraian tersebut, kapal mengalami enam macam gerakan saat mendapat gaya dari gelombang laut maupun air tawar. Gerakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Setiap gerakan memiliki sebuah persamaan umum yang didalamnya terdapat beberapa komponen. Persamaan gerakan kapal dapat dilihat pada persamaan 2.2. (Bhattacharyya, 1978).

$$a\ddot{z} + b\dot{z} + cz = F_0 \cos \omega_\theta t \qquad (2.1)$$

dengan:

a : *virtual mass* (massa kapal ditambah dengan *added mass*),
b : adalah koefisien damping (gaya melawan arah gerakan),
c : adalah koefisien *restorting force* (gaya pengembali ke titik setimbang)
Fo : *exsisting force/encountering force* atau gaya luar yang bekerja pada kapal.



Gambar 2.2: *Six degree of freedom*

(Sumber: http://www.calqlata.com/prodimages/Vessacc%202-3.png)

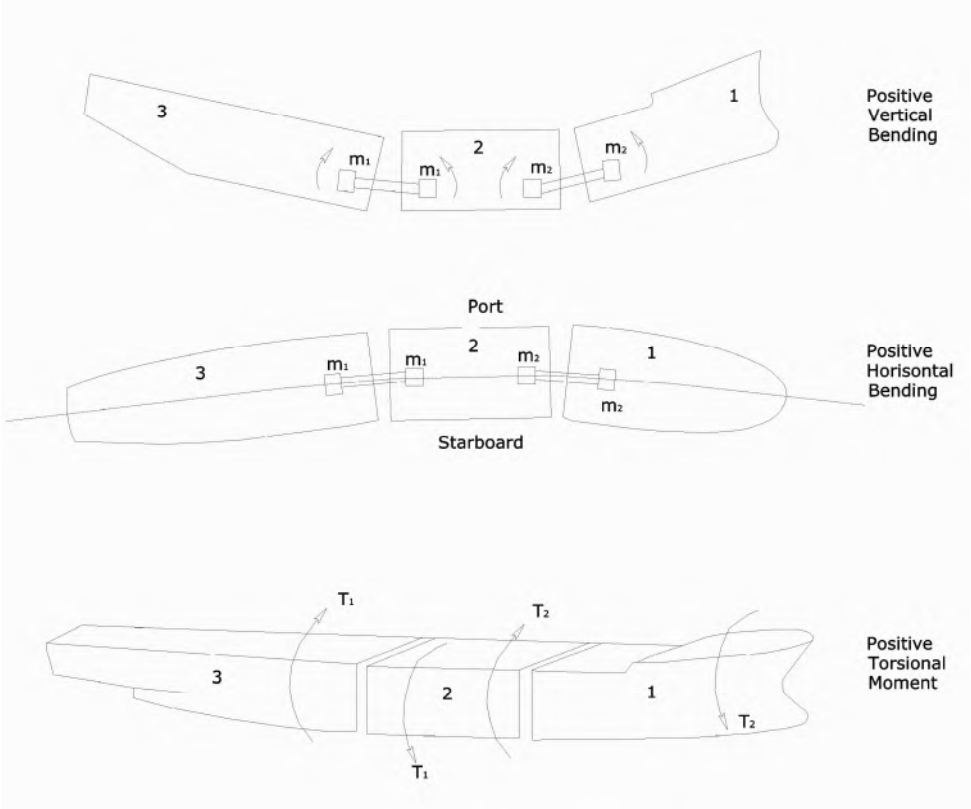
Persamaan 2.2 menggambarkan gerakan *heaving* yang bergerak translasi terhadap sumbu z. Untuk gerakan translasi lainnya, persamaan tersebut dapat diterapkan dengan mengubah sumbu axis gerakan terhadap sumbu x dan y. Jika kapal berada pada kondisi air tenang (*calm water*) maka *Fo* bernilai nol.

2.2.3. *Bending Moment*

Gelombang laut menghasilkan tekanan dinamis eksternal pada permukaan hull. Gelombang ini juga mempengaruhi gerakan kapal yang dapat menghasilkan

komponen beban dalam mode gerakan translasi dan rotasi berupa *bending moment* dan *shear force*. Gambar 2.3 menunjukan jenis bending momen pada kapal. Bending moment pada kapal dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Vertical bending moment, menghasilkan defleksi pada sumbu y
2. Horizontal bending moment, menghasilkan defleksi pada sumbu z
3. Transverse bending moment, menghasilkan defleksi pada sumbu x



Gambar 2.3. Variasi jenis moment

(Sumber : Bhattachayya,1978)

Bending moment di gelombang reguler dapat dicari menggunakan perangkat lunak dalam berbagai variasi frekuensi dengan hasil berupa RAO bending moment vertikal (RAOm,v) dan RAO bending moment horisontal (RAOm,h). Dengan menggunakan persamaan 2.2 sampai dengan persamaan 2.4 maka akan diperoleh nilai RAO tegangan vertical (*Vertical bending stress* $RAO_{\sigma,v}$) dan RAO tegangan horisontal (*horizontal bending stress* $RAO_{\sigma,h}$). Untuk mendapatkan nilai bending momen total dapat menggunakan persamaan 2.5. (Rasmus, 1998).

$$RAO_{\sigma,v} = \frac{z - z_0}{I_{yy}} RAO_{m,ver} \quad (2.2)$$

$$RAO_{\sigma,h} = \frac{y}{I_{zz}} RAO_{m,hor} \quad (2.3)$$

$$RAO_{\sigma,t} = \sqrt{(RAO_{\sigma,v})^2 + (RAO_{\sigma,h})^2 + 2\,RAO_{\sigma,v}\,RAO_{\sigma,h}\cos(\varepsilon_v - \varepsilon_h)} \quad (2.4)$$

dengan:

RAOm,v : Response ampitude operator bending moment vertikal, MPa/m

RAOm,h : Response ampitude operator bending moment horisontal, MPa/m

RAOσ,v : Response Ampitude Operator tegangan verikal, MPa/m

RAOσ,h : Response Ampitude Operator tegangan horisontal, MPa/m

I_{yy} : Momen inersia penampang midship terhadap sumbu y, m^4

I_{zz} : Momen inersia penampang midship terhadap sumbu z, m^4

z : Jarak vertical *baseline* ke detail struktur, m

z_0 : Jarak vertical *baseline* ke natural axis, m

ε_v : Sudut fase bending moment vertical, rad

ε_h : Sudut fase bending moment horizontal, rad

2.2.4. Momen Inersia

Inersia adalah kecenderungan benda untuk mempertahankan keadaannya (tetap diam atau bergerak). Momen Inersia adalah ukuran dari besarnya kecenderungan berotasi yang ditentukan oleh keadaaan benda. Cara menghitung besar momen inersia pada kapal dapat dilihat pada Tabel 2.1.

A adalah luas penampang melintang bagian kapal yang ditinjau dan *h* adalah jarak titik berat bagian tersebut terhadap natural axisnya serta *k* adalah jari-jari girasinya. Jarak natural axis dihitung menggunakan persamaan 2.5.

Sedangkan untuk nilai momen inersia diperoleh dengan persamaan 2.6. (Rawson & Tupper,2001)

Tabel 2.1: ***Modulus Calculation***

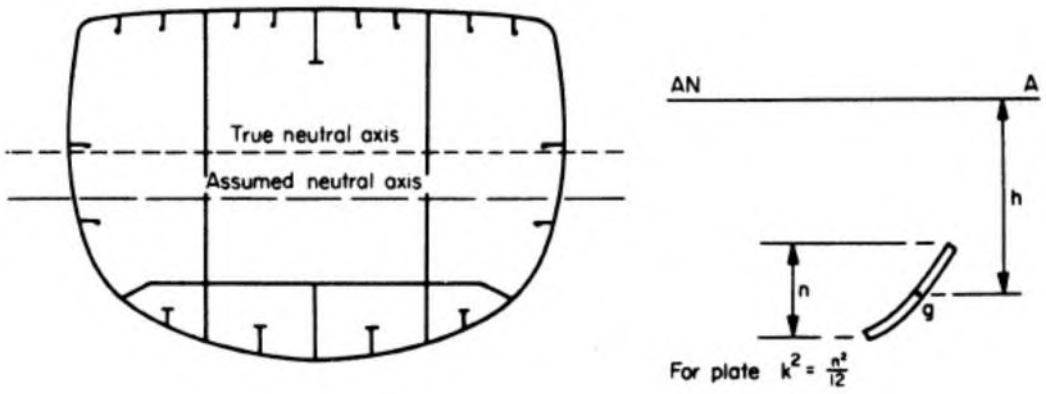
Item	A (cm^2)	h (m)	Ah (cm^2m)	Ah^2 (cm^2m^2)	k^2 (m^2)	Ak^2 (cm^2m^2)
Each item above NA						
Total above NA	ΣA_1		$\Sigma A_1 h_1$	$\Sigma A_1 h_1^2$		$\Sigma A_1 k_1^2$
Each item below NA						
Total below NA	ΣA_2		$\Sigma A_2 h_2$	$\Sigma A_2 h_2^2$		$\Sigma A_2 k_2^2$

Sumber: Rawson & Tupper, 2001

$$d = \frac{\sum A_1 h_1 - \sum A_2 h_2}{\sum A_1 + \sum A_2} \tag{2.5}$$

$$I = \sum A_1 h_1^2 + \sum A_2 h_2^2 + \sum A_1 k_1^2 + \sum A_2 k_2^2 - \left(\sum A_1 + \sum A_2\right) d^2 \tag{2.6}$$

Asumsi natural axis dan natural axis sebenarnya serta nilai k ditunjukan pada gambar berikut.



Gambar 2.4 : Nilai *k*

(Sumber: Rawson & Tupper, 2001)

2.2.5. Spektrum gelombang ITTC/ISSC-1975

Mirokhin & Kholodilin (1975) telah mengajukan suatu formula baru untuk spektra gelombang. ITTC kemudian berkomunikasi dengan ISSC, dan sebagai

hasilnya kedua lembaga sepakat memakai formulasi tersebut. Oleh karenanya formulasi ini kemudian dikenal sebagai spektra ITTC/ISSC. Formula tersebut dapat dilihat pada persamaan 2.7.

$$S_\zeta(\omega) = \frac{0.0081 \cdot g^2}{\omega^5} \times \exp\left[-3.11/H_s^2 \cdot \omega^4\right] \qquad (2.7)$$

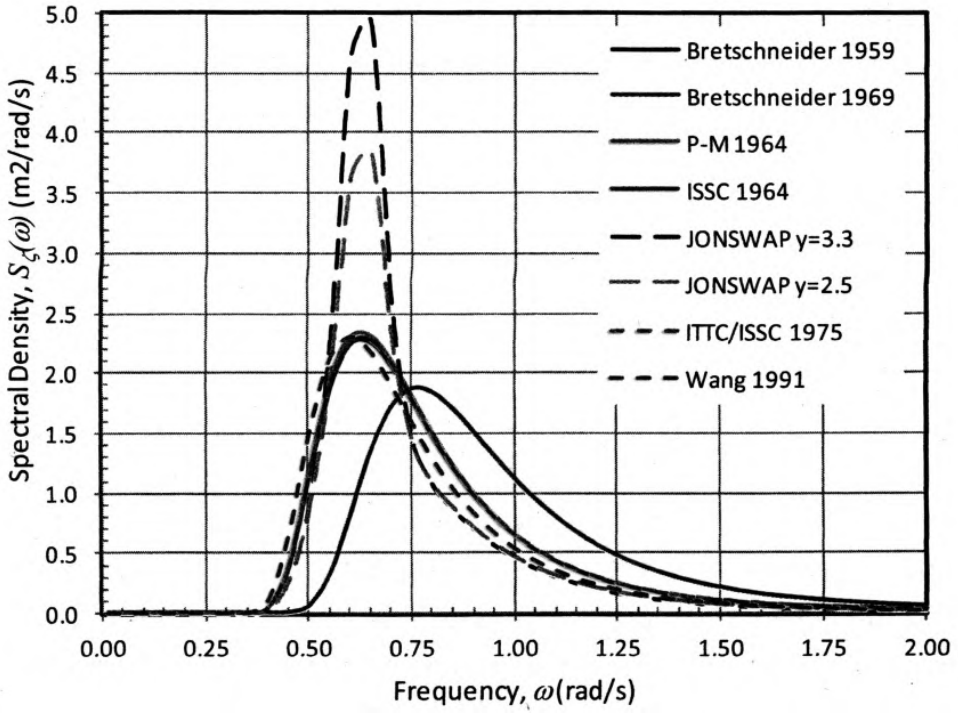
dengan:

H_s: Tinggi gelombang signifikan, m

g : Gravitasi, m/s^2

ω : Frekuensi , rad/s

Perbandingan spektrum gelombang dari sejumlah formulasi dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Grafik Spektra Gelombang

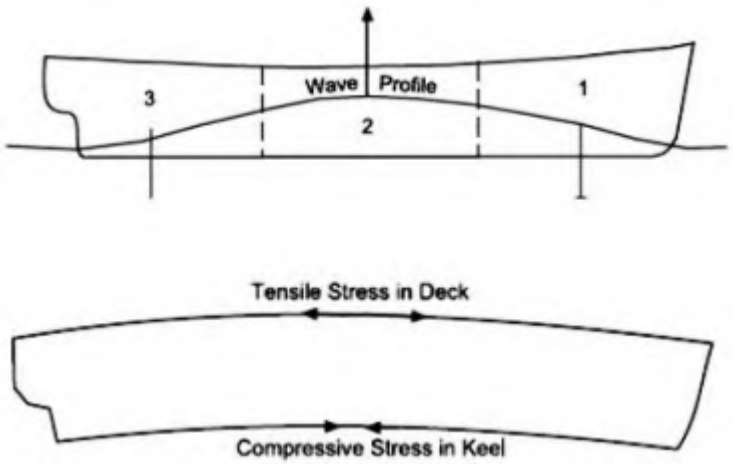
(Sumber: Djatmiko, 2012)

2.2.6. Kondisi *Sagging* Dan *Hogging*

Efek deformasi ship shaped structure akibat beban gelombang yang ditinjau pada tesis ini bisa dijelaskan dengan baik dengan mengibaratkan sebuah kapal bergerak pada gelombang regular dimana panjang gelombangnya sama dengan panjang kapal. Hal ini menyebabkan vertical momen lengkung. Jika *hull* diibaratkan sebagai *beam*, maka kondisi yang terjadi adalah :

A. Kondisi *Hogging*

Deformasi pada kapal berbentuk cembung. *Hull girder* ditumpu pada *midship* dengan puncak gelombang. Pada kondisi ini, meskipun berat total seimbang dengan *buoyancy*, terdapat kelebihan *buoyancy* pada *midship* dan kelebihan berat pada *bow* dan *stern*. Situasi ini menyebabkan kecenderungan ujung kapal bergerak ke arah bawah dan pada bagian *midship* bergerak ke atas. Ilustrasi kondisi *hogging* dapat dilihat pada Gambar 2.6.

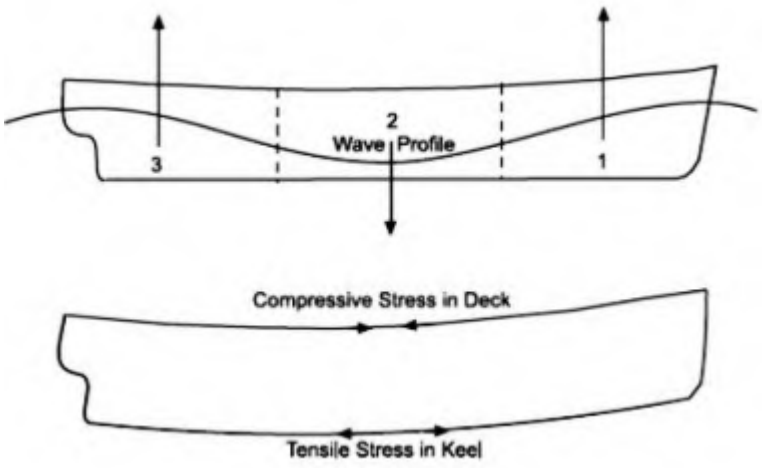


Gambar 2.6 : Kondisi hogging

(Sumber: Barrass & Derrett, 1999)

B. Kondisi *Sagging*

Hull girder ditumpu pada *stern* dan *bow* dengan dua puncak gelombang, sehingga deformasinya berbentuk cekung. Terdapat kelebihan berat pada midship dan kelebihan *bouyancy* pada *bow* dan *stern*. Situasi ini menyebabkan kecenderungan ujung kapal bergerak ke arah atas dan pada bagian *midship* bergerak ke bawah. Ilustrasi kondisi *sagging* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7: Kondisi sagging

(Sumber: Barrass & Derrett, 1999)

Perhitungan momen pada kondisi *sagging* dan *hogging* didasarkan pada perhitungan momen pada kondisi air tenang dengan menggunakan rumus GL Rules (2012) seperti ditunjukkan pada persamaan 2.8 dan 2.9.

$$M_T = Msw + Mwv \quad (2.8)$$

$$Mwv = L_2 \,.\, B.\, Co\, .C_1\, .\, C_L.\, C_M \quad (2.9)$$

dengan:

Msw : Momen lengkung pada kondisi air tenang, kN.m

Mwv : Momen lengkung pada kondisi gelombang, kN.m

Dimana komponen perhitungan nilai Mwv adalah sebagai berikut :

$C_o = 10.75 - [(300 - L)/100]1.5$ untuk $90 \leq L \leq 300$ m

$C_L = 1$ untuk $L \geq 90$ m

$C_{1S} = - 0.11 (Cb + 0.7)$ untuk kondisi *sagging*

$C_{1H} = 0.19\ Cb$ untuk kondisi *hogging*

C_M = *Distribution factor*

Hogging condition

$C_{MH} = 2.5 \cdot x/L$ untuk $x/L < 0.4$

$C_{MH} = 1$ untuk $0.4 \leq x/L \leq 0.65$

$C_{MH} = [1-x/L]/0.35$ untuk $x/L > 0.65$

Sagging condition

$C_{MS} = cv.2.5 \cdot x/L$ untuk $x/L<0.4$

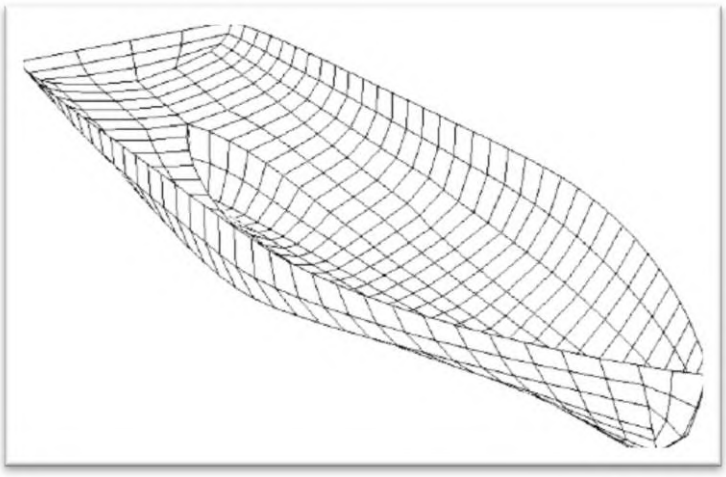
$C_{MS} = cv$ untuk $0.4 \leq x/L \leq 0.65$

$C_{MS} = cv.[(x/L-0.65cv)/ 1-0.65C_v]$ untuk $x/L > 0.65$

$C_v = 3\sqrt{(Vo/1.4\sqrt{L})}$; $C_v \geq 1.0$

2.2.7. 3D *Diffraction Theory*

Metode ini digunakan untuk menganalisis gerakan struktur dengan bentuk sembarang, baik terapung bebas maupun dengan *mooring system*. Permukaan struktur dibagi dalam N panel yang cukup kecil sehingga diasumsikan gaya-gaya hidrodinamis yang bekerja adalah sama di tiap panel, seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8: Pemodelan lambung kapal dibagi dalam panel-panel

(Sumber: Datta *et. al*, 2011)

Persamaan untuk memperoleh kecepatan potensial total Φ akibat pengaruh kecepatan U dapat dilihat pada persamaan 2.10, dimana x, y dan z menyatakan arah (sistem koordinat).

$$\Phi(x,y,z;t) = [-Ux + \phi_S(x,y,z)] + \phi_T(x,y,z)e^{-i\omega_e t} \quad (2.10)$$

Komponen *Wave exciting force* yang bekerja pada tiap panel dihitung dengan persamaan 2.11.

$$F_{kj} = \rho \int_{S_B} \left[\omega_e^2 X_j \left(\phi_{jc} + i\phi_{js}\right) + i\omega_e U X_j \frac{\delta}{\delta x}(\phi_{jc} + i\phi_{js})\right] n_k ds \quad (2.11)$$

Gerak struktur kapal dapat dihitung dengan persamaan matrik 2.12.

$$X_j^0 = F_k^0 \, x \left[\sum_{j=1}^{6} -\omega_e^2 (M_{kj} + A_{kj}) - i\omega_e B_{kj} + C_{kj}\right]^{-1} \quad (2.12)$$

dengan,

Xj : amplitudo gerakan struktur

Mkj : matriks insersia struktur

Akj : matriks koefisien *added mass*

Bkj : matriks koefisien damping

Ckj : koefisien inersia statis

Fk : *Amplitudo wave exciting force*.

Teknologi dalam dunia perkapalan semakin canggih seiring dengan perkembang perangkat-perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang dapat mempermudah pekerjaan dalam mendesain kapal. Dengan menggunakan program-program tertentu perhitungan yang rumit dapat dipersingkat dengan menggunakan komputer sehingga mempermudah dalam melakukan iterasi dan variasi model.

Dalam melakukan analisis beban gelombang metode yang biasa digunakan sebelumnya adalah eksperimen di *towing tank*. Namun metode ini membutuhkan biaya dan waktu yang tidak sedikit. Kini analisis tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan program yang dioperasikan melalui komputer. Hal ini tentu saja

mempermudah dan mempersingkat waktu dalam menganalisis serta biaya yang dikeluarkan dapat diminimalisir. Salah satu program yang dapat digunakan melakukan analisis beban gelombang adalah Ansys Aqwa berdasarkan pada teori *3D-Diffraction*.

Perangkat lunak ini merupakan perangkat lunak yang dapat menganalisis gerakan dan beban gelombang yang terjadi pada suatu struktur bangunan apung dengan metode elemen hingga. Pada Ansys Aqwa akan terlihat frekuensi dan beban gelombang yang terjadi pada suatu struktur bangunan apung pada saat pergerakan berlangsung. Analisis dengan menggunakan Ansys Aqwa terlebih dahulu harus dilakukan permodelan dengan menggunakan program pendukung Aqwa seperti Design Modeler atau dengan program lain seperti Maxsurf. Model yang dapat dianalisis Aqwa adalah model yang berbentuk *nurb surface*.

2.2.8. *Grid Independence*

Dilatarbelakang oleh tingkat kompleksitas dari atribut-atribut yang non-linier pada persamaan energi yang harus diselesaikan dengan metode numerik, *Grid (meshing)* digunakan untuk merepresentasikan permasalahan pada metode *Computational Fliud Dynamic* (CFD) yang didasarkan pada teori *Finite Element Volume*. Sehingga banyak muncul berbagai jenis grid komputasi dengan kualitas tinggi pada penggunaan metode CFD. Berikut parameter yang memperngaruhi pemodelan grid pada metode CFD menurut Godderidge, *et. al,*(2006).

1. *Spacing*

Pendefinisian *grid* yang memerlukan tingkat kerapatan untuk menghasilkan konservasi dari massa dan momentum pada suatu level tertentu. Maka mengurangi ukuran grid mengakibatkan kebutuhan akan kemampuan dan kualitas komputasi yang tinggi pula. Kebutuhan tersebut tergantung pada tipe dari solusi alogaritma yang dipilih. Pada permasalahan tertentu, membutuhkan penetapan *time step* yang didasarkan pada ukuran grid atau dengan kata lain *mesh* kecil membuthukan *time step* yang lebih kecil.

2. *Geometry*

Faktor geometri walaupun bukan termasuk parameter utama dalam permasalahan pemodelan grid, namun grid harus memberikan representasi tingkat akurasi dari geometri yang digunakan. Hal ini akan sangat penting ketika ada perubahan ukuran grid dalam bentuk yang kecil pada permukaan.

2.2.9. Analisis Struktur Kapal

A. *GL Rules*

Berdasarkan aturan *GL,* untuk perhitungan beban struktur akibat gelombang dapat dibagi dalam dua kategori sebagai berikut.

1. *Vertical Wave Bending Moment*

Vertical bending moment merupakan penyebab beban akibat gelombang yang paling dominan terhadap struktur terapung. Grafik *bending moment* sepanjang kapal dapat dilihat pada Gambar 2.9. Berdasarkan GL Rules (2012), perhitungan beban gelombang vertikal dapat digunakan persamaan 2.13.

$$Mwv = L^2.B.C_0.C_1.C_L.C_M \quad \text{[kN.m]} \tag{2.13}$$

Dimana,

L : panjang kapal, m

B : lebar kapal, m

C_0 : koefisien gelombang

C_1 : kondisi hogging atau sagging

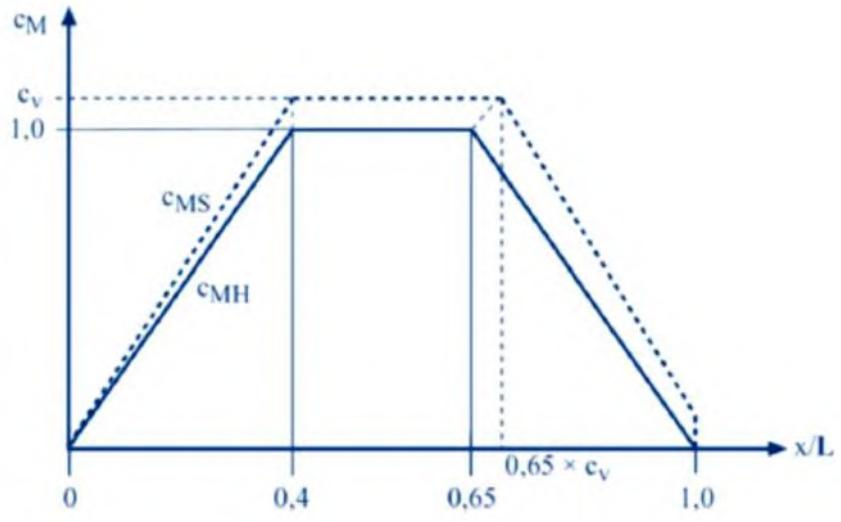
C_{1H} : 0,19 Cb kondisi hogging

C_{1S} : -0,11 (Cb +0,7) kondisi sagging

C_b : block coefficient

c_L : koefisien panjang

c_M : faktor distribusi



Gambar 2. 9 : Distribution factor for c_M and influence factor cv

(Sumber : GL Rules, 2012)

Berdasarkan GL Rules (2012), perhitungan beban dapat digunakan persamaan 2.14.

$$Qwv = L.\ B\ .\ C_0\ .\ C_Q\ .\ (Cb+0.7) \qquad [kN] \qquad (2.14)$$

dengan:

L : Panjang kapal, m

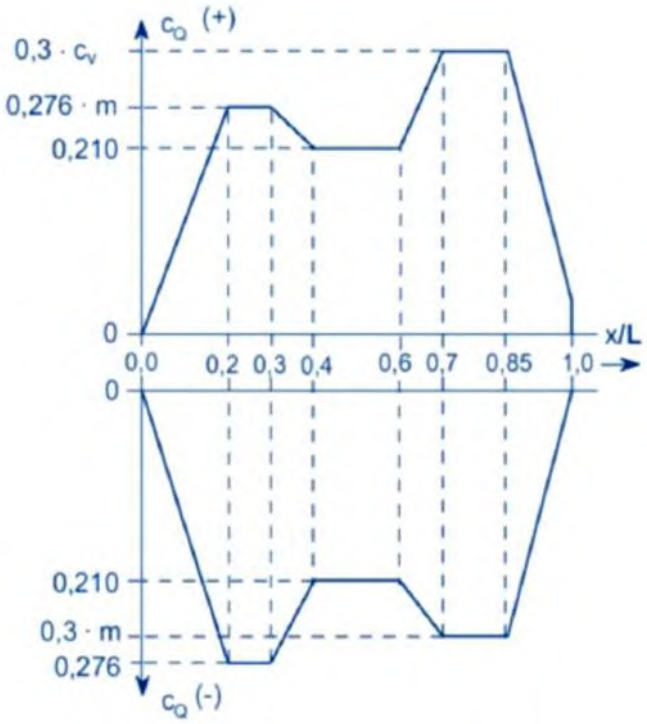
B : Lebar kapal, m

c_0 : Koefisien gelombang

c_L : Koefisien panjang

C_b : *Block coefficient*

C_Q : Faktor distribusi



Gambar 2.10: Faktor distribusi CQ

(Sumber : GL Rules, 2012)

B. Poseidon 11.0

Poseidon merupakan perangkat lunak yang telah terintegrasi untuk menghitung kekuatan struktur kapal. Penggunaan *software* Poseidon menjadikan proses desain kapal menjadi lebih efisien dan fungsi dari proses pemodelan akan lebih baik, selain itu kemampuan analisis pada perangkat lunak ini lebih luas. Sudah bertahun-tahun berpengalaman dalam proses pembangunan kapal dunia, dan manjadi pilihan berbagai arsitek kapal dan perusahaan maritim dunia.

Kelebihan dari perangkat lunak Poseidon adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi waktu selama proses desain, dan peningkatan produktifitas,
2. Masukan data tidak terlalu sulit,
3. Semuanya telah terintegrasi secara lengkap, perhitungan kekuatan memanjang dengan semua yang dibutuhkan baik penaksiran *yield*, *buckling,* dan *fatigue*.
4. Pengecekan model telah terintegrasi dengan baik dengan memekai *Germanischer Lloyd Rules for Classification and Construction*.

Poseidon dapat digunakan pada semua tipe kapal, dan karena Poseidon merupakan perangkat lunak konstruksi untuk pemodelan lambung kapal, maka untuk bagian bangunan atas, perrmesinan, perpipaan, crane dan peralatan lainnya tidak perlu dimodelkan. Untuk memulai pemodelan pada perangkat lunak Poseidon, maka dibutuhkan *principle dimension* dari struktur kapal. Selanjutnya dilakukan proses pemodelan pada *hull structure* dan detailnya secara global, termasuk *stiffener* dan *holes*. Pembebanan dilakukan secara global, beban yang diberikan diantaranya adalah beban *compartements*, beban statis struktur untuk kondisi *still water*, serta beban gelombang untuk kondisi *sagging* dan *hogging*. Dari hasil running didapatkan *still water* momen lengkung dan vertikal momen lengkung untuk masing-masing bagian penampang melintang kapal yang ditinjau.

2.2.10. *Spectral Fatigue*

Spectral Fatigue Analysis didasarkan pada kurva S-N. Nilai dari N_i dapat diperoleh dengan persamaan 2.15. (IACS R56, 1999)

$$NS^m = K \tag{2.15}$$

Dimana,

S : Stress range, MPa

N : Jumlah siklus kejadian penyebab kegagalan

m,K : Bernilai konstan sesuai dengan material tipe pengelasan, tipe pembebanan, bentuk geometri, dan kondisi lingkungan (udara atau air laut)

Perkiraan umur kelelahan didasarkan pada beban fluktuasi yang akan diterima struktur selama masa operasi. Sehingga, untuk mengetahui umur kelelahan struktur dapat dilakukan setelah memperoleh informasi kondisi beban yang diterima struktur selama operasi. Kerusakan kumulatif struktur dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan *Palmgren-Miner* seperti terlihat pada persamaan 2.16. (IACS R56, 1999)

$$D = \sum_{i=1}^{i=n_k} \frac{n_i}{N_i} \tag{2.16}$$

Dimana,

n_i : Jumlah kejadian pada stress range S_i, MPa

N_i : Jumlah kejadian penyebab kegagalan pada stress range S_i

Hubungan antara N_i dan S_i dapat diambil dari *fatigue curve* (S-N *Curve*). Nilai *K* dan *m* dapat dilihat pada Tabel 2.2. Nilai *K* dan *m* berbeda untuk tiap-tiap jenis tipe sambungan.

Tabel 2.2: "New" HSE Basic Design S-N Curve

Class	K		Classification Factor
	$N \leq 10^7$	$N \geq 10^7$	
B	5.800×10^{12}	4.034×10^{16}	0.64
C	3.464×10^{12}	1.708×10^{16}	0.76
D	1.520×10^{12}	4.329×10^{15}	1
E	1.026×10^{12}	2.249×10^{15}	1.14
F	6.319×10^{11}	1.002×10^{15}	1.34
F2	4.330×10^{11}	5.339×10^{14}	1.52
G	2.481×10^{11}	2.110×10^{14}	1.83
W	9.279×10^{10}	4097×10^{13}	2.13

Sumber : IACS R-56,1999

Untuk mendapatkan umur kelelahan dari struktur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.17. (IACS R56, 1999)

$$\text{Umur Kelelahan} = \frac{Design\ \ Life}{D} \tag{2.17}$$

Sesuai dengan hukum *Palmgren-Miner*, kegagalan sambungan akan terjadi jika indeks kerusakan *D* mencapai harga 1,0. Kurva S-N dapat dilihat pada Gambar 2.11.

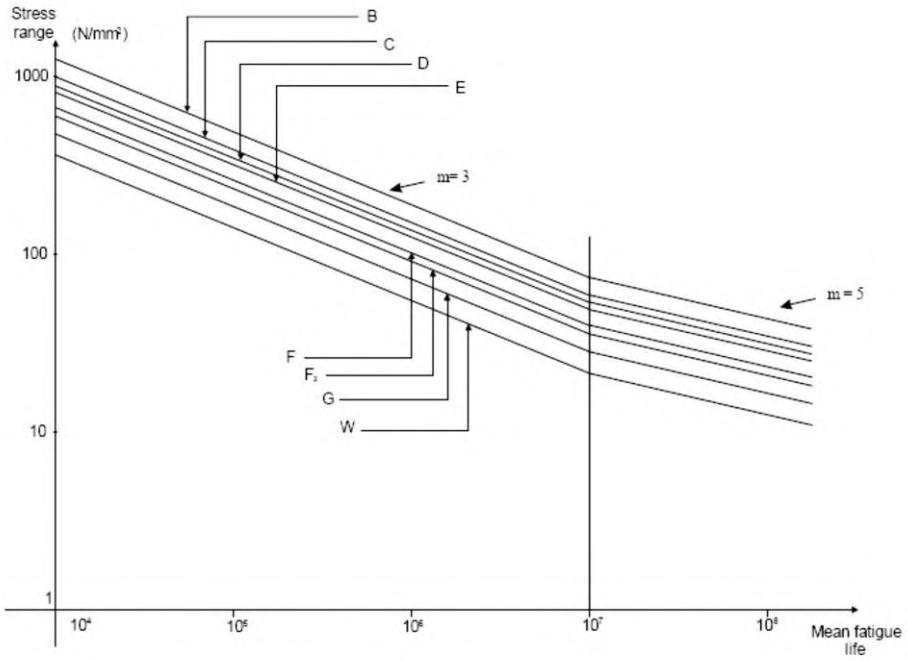
dimana,

m = 3 untuk $N \leq 10^7$

m = 5 untuk N≥10^7

Formula untuk memperoleh nilai rentang tegangan ekstrim pada perhitungan umur kelelahan disajikan pada persamaan 2.18. (ABS,2010)

$$S_{ext} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2\ln(m_2/m_0)\times 60^2\times 3}{2\pi}}\times 2\sqrt{m_0} \qquad (2.18)$$



Gambar 2. 11 : Grafik Kurva S-N

(Sumber : IACS R 56 1999)

Selain menggunakan spektrum gelombang, juga menggunakan spectrum tegangan. Persamaan untuk mendapatkan spectrum tegangan dapat dilihat pada persamaan 2.19. (DNV, 2014)

$RAO\sigma^2 \times S_\zeta(\omega) = S_\sigma$ (2.19)

dengan:

RAOσ : Response Amplitude Operator tegangan, MPa/m

$S_\zeta(\omega)$: Spektrum gelombang, m^2/rad/s

Sσ : Spektrum tegangan, MPa^2/rad/s

Spektrum momen diperoleh dengan persamaan 2.20. (ABS, 2010)

$$m_0 = \int_0^\infty S_\zeta(\omega)\, d\omega \tag{2.20}$$

Sedangkan untuk *second order* spektrum momen diperoleh dengan persamaan 2.21. (ABS,2010)

$$m_2 = \int_0^\infty \omega^2 S_\zeta(\omega)\, d\omega \tag{2.21}$$

Kejadian *short-term* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.22. (ABS, 2010)

$$n_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{m_2 / m_0} \tag{2.22}$$

Probability density function (PDF) short-term ditampilkan dalam distribusi Rayleigh, dengan persamaan 2.23. (ABS,2010)

$$p_s(S) = \frac{S}{m_0} Exp\left[-S^2/2m_0\right] \tag{2.23}$$

dengan:

S: Rentang tegangan, MPa

Probability density function (PDF) untuk *stress range* S *long-term* ditunjukkan oleh persamaan 2.24. (DNV, 2014)

$$p_L(S) = \frac{\sum_i \sum_j \sum_k n_0 \times p_i p_j p_k \times p_s(S)}{\sum_i \sum_j \sum_k n_0 \times p_i p_j p_k} \tag{2.24}$$

Kejadian *long-term* diperoleh dengan persamaan 2.25. (DNV, 2014)

$$n_L = \left(\sum_i \sum_j \sum_k n_0 \times p_i p_j p_k\right) \times T_L \tag{2.25}$$

dengan:

n_L : Jumlah kejadian

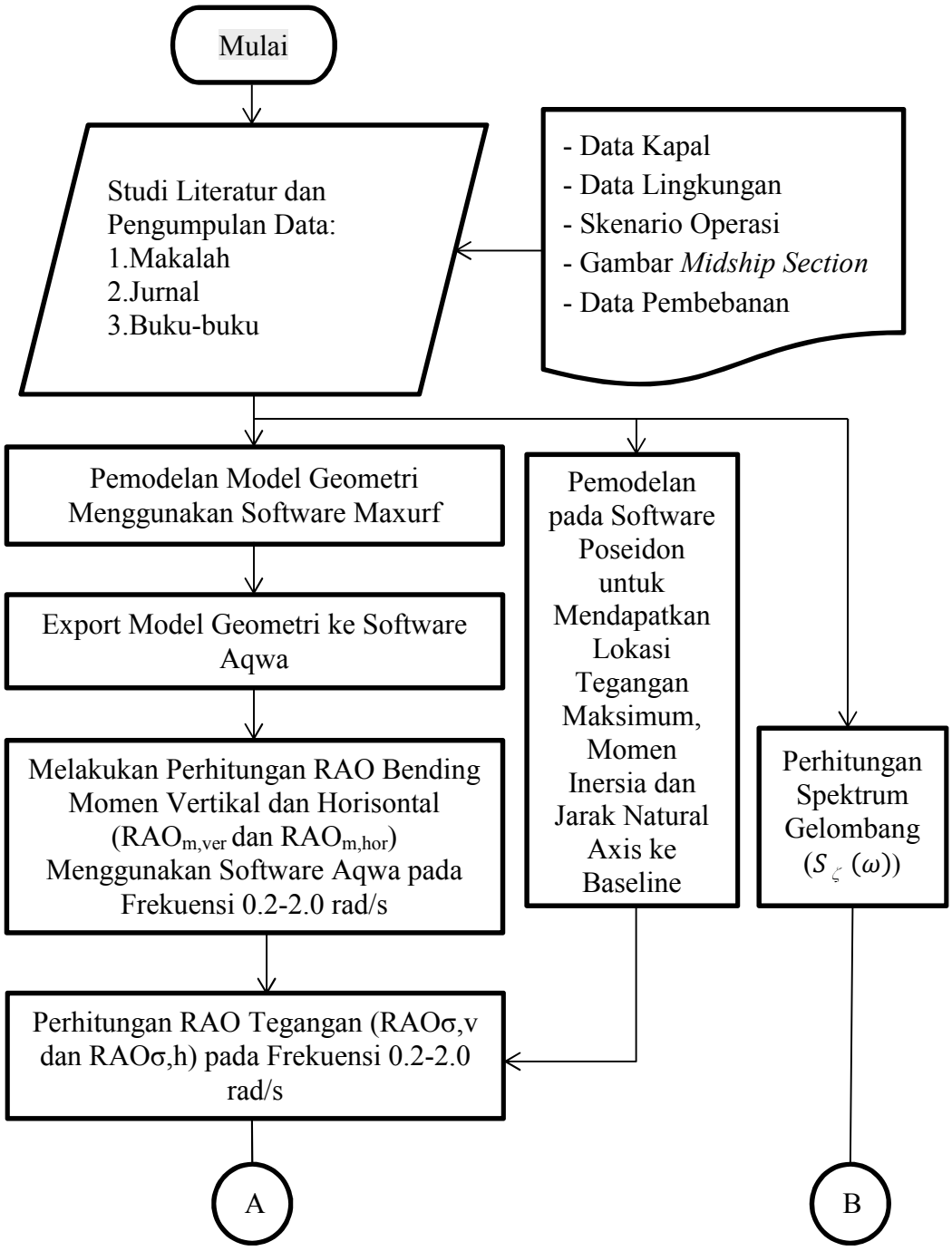
$p_{i,j,k}$: Peluang kejadian

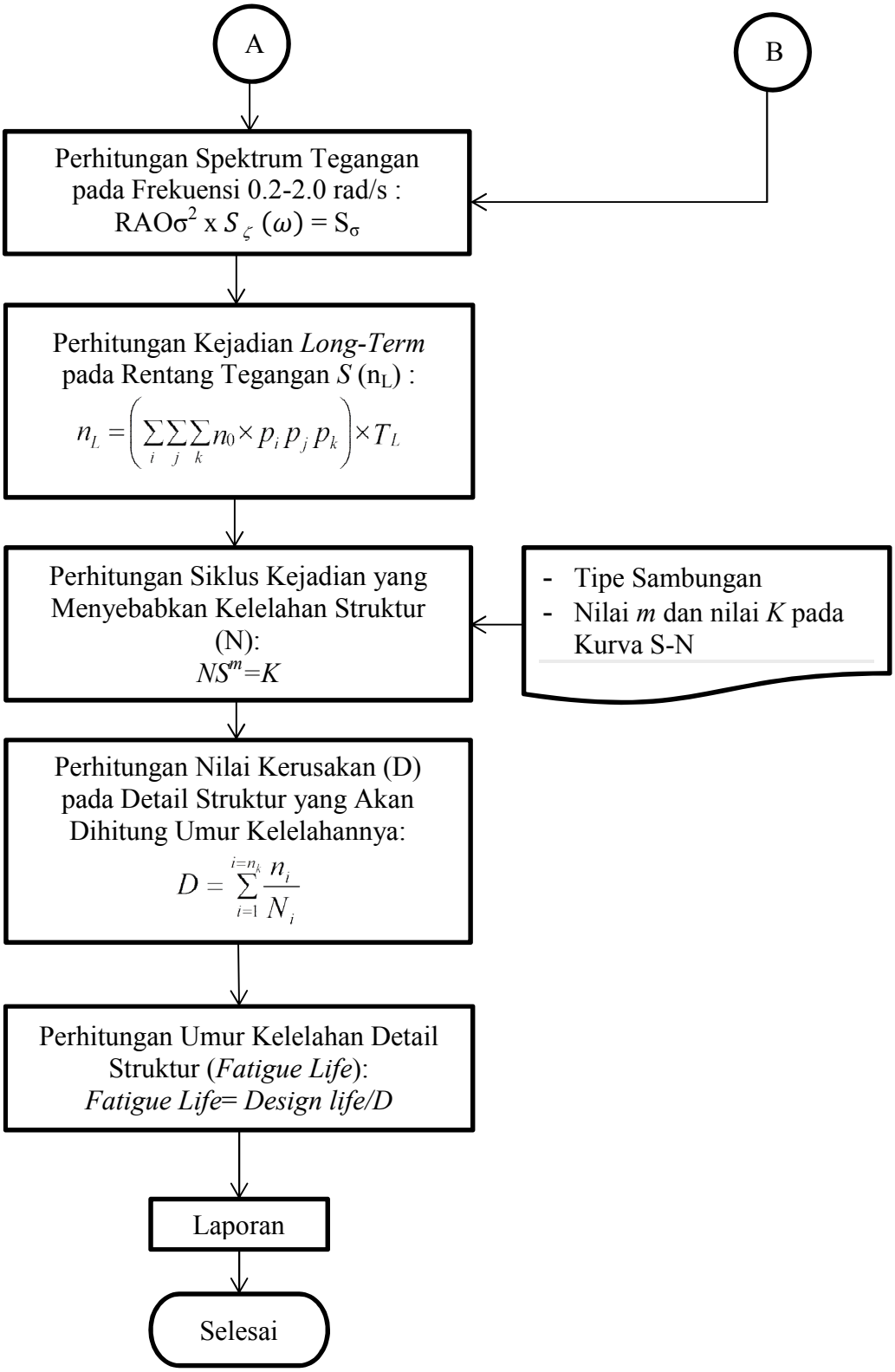
T_L : Umur operasi, detik

BAB 3
METODA PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dalam melakukan penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian

3.2. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, literatur-literatur yang dipelajari adalah jurnal-jurnal yang berkaitan langsung dengan penelitian ini dan buku-buku sebagai tambahan referensi dalam penyelesaian masalah.

3.3. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan adalah data yang bersumber dari jurnal dan penelitian sebelumnya yang relevan serta data-data pendukung lainnya. Data-data tersebut adalah sebagai berikut:

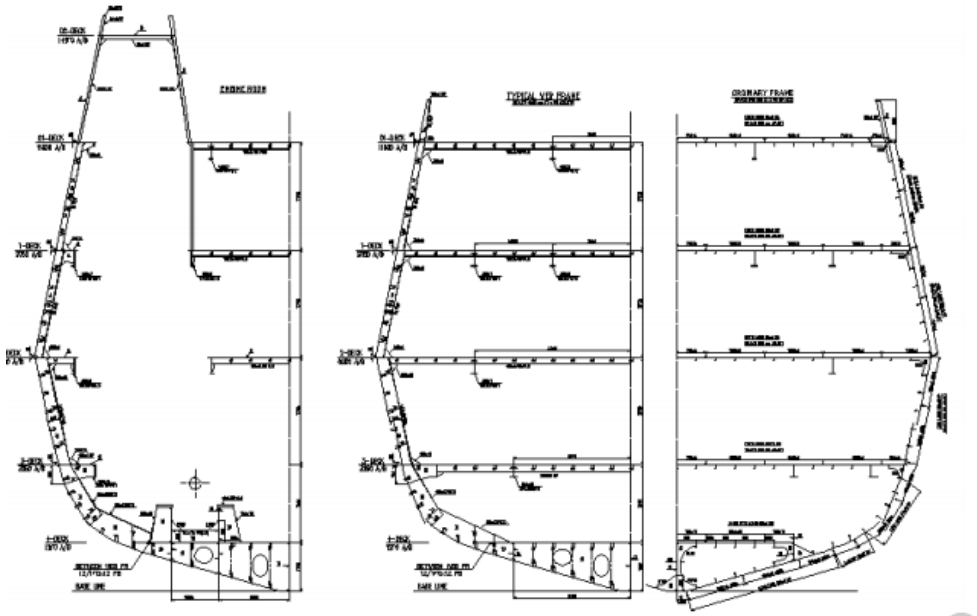
3.3.1. Data Kapal

Data kapal yang digunakan adalah kapal perang tipe *corvette*, yaitu berupa *principal dimensions* dan gambar penampang *midship section*. *Principal dimensions* disajikan dalam Tabel 3.1 dan gambar penampang *midship section* dapat dilihat pada Gambar 3.2, sedangkan *general arrangement* ditunjukkan pada Gambar 3.3.

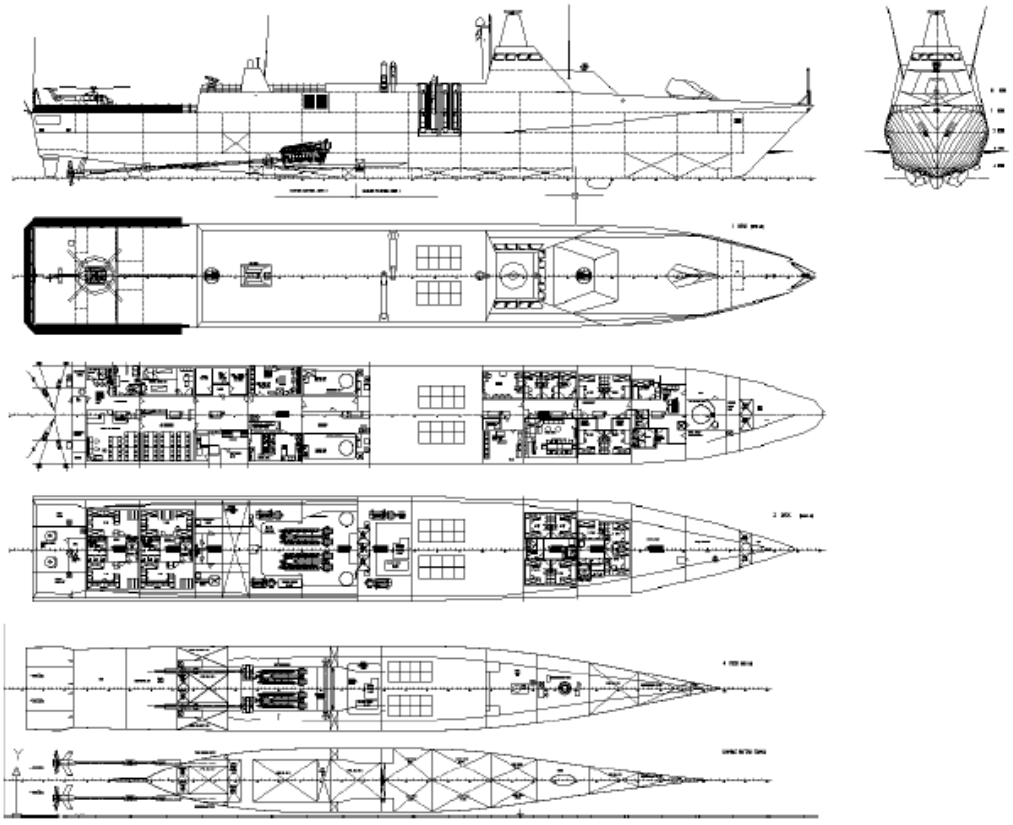
Tabel 3. 1 : Principal Dimensions

Principal dimensions	
LoA	106 m
Lebar	14 m
Sarat air	3.7 m
Tinggi	8.75 m
Kecepatan	30 knot
CoG	X = -3.475 m Y = 0 m Z = 3.7 m
Displasemen	2344.9155 m^3
Massa	2403538.4155 kg
Kxx	4.16
Kyy	30.74
Kzz	30.74

Sumber : Perdana, 2013



Gambar 3. 2 : Penampang melintang *midship* kapal



Gambar 3. 3 : General arrangement kapal perang tipe *corvette*

3.3.2. Skenario Operasi

Kapal direncanakan beroperasi selama 25 tahun. Rute pelayaran kapal mengikuti data etape pelayaran KRI. Etape pelayaran diukur menggunakan software ECDIS dengan keterangan etape pada Lampiran B. Frekuensi pelayaran dan jarak rute pelayaran dikelompokkan berdasarkan wilayah operasi seperti disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Pembagian wilayah operasi

No	Rute	Frek	Jarak (Nm)	Frek x Jarak	Wilayah Pelayaran
1	Jakarta-Surabaya	6	421.46	2528.76	Laut Jawa
2	Surabaya-Makassar	4	451.44	1805.76	
3	Jakarta – Makassar	6	872.90	5237.4	
7	Jakarta – Balikpapan	1	1102.74	1102.74	
4	Makassar – Balikpapan	2	229.84	459.68	Selat Makassar
5	Makassar – Tarakan	1	595.37	595.37	
6	Makassar – Nunukan	1	637.85	637.85	
13	Balikpapan – Kwandang	1	425.80	425.8	
8	Balikpapan – Manado	1	416.88	416.88	Laut Utara
9	Ambon – Biak	2	539.00	1078	
10	Biak – Fanildo	1	712.68	712.68	
11	Biak – Jayapura	1	300.82	300.82	
12	Biak – Fani	1	370.62	370.62	
13	Makassar – Ambon	3	539.00	1617	Laut Banda
14	Ambon – Tual	1	370.62	370.62	
15	Makassar – Biak	2	798.25	1596.5	
16	Surabaya – Ambon	2	1084.59	2169.18	
17	Ambon – Sorong	1	363.23	363.23	
18	Surabaya – Kupang	1	760.60	760.6	Laut Selatan
19	Surabaya – Dana Rote	1	756.94	756.94	
	Total	**39**	**11750.63**	**23306.43**	

Sumber : Pengolahan data

Dari Tabel 3.2, rute pelayaran dikelompokkan menjadi lima wilayah operasi yang meliputi Laut Jawa, Laut Selatan, Laut Utara, Selat Makassar dan Laut Banda. Penentuan lokasi disesuaikan dengan ketersediaan data yang ada. Berdasarkan jarak tempuh yang dilalui oleh kapal selama masa operasi, maka

dilakukan perhitungan probabilitas lama pelayaran untuk masing-masing wilayah operasi. Perhitungan probabilitas wilayah operasi dilakukan dengan:

$$Probabilitas\ wilayah\ operasi = \Sigma(Frek \times Jarak\ rute)/(Total\ jarak\ rute)$$

Contoh perhitungan probabilitas wilayah operasi adalah sebagai berikut:

Laut selatan = [(1×760.60)+(1×756.94)] / 23306.43 = 0.0651

Hasil keseluruhan nilai probabilitas untuk masing-masing wilayah operasi yang disajikan pada Tabel 3.3 dan ilustrasi rute pelayaran seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4.

Tabel 3.3: Probabilitas Wilayah Operasi

No	Wilayah Operasi	Probabilitas
1	Laut Jawa	0.4580
2	Laut Utara	0.1235
3	Selat Makassar	0.0909
4	Laut Banda	0.2624
5	Laut Selatan	0.0651
	Σ	**1**

Sumber : Pengolahan data

Gambar 3.4: Skenario Rute

3.3.3. Data Lingkungan

Data lingkungan meliputi data *scatter* gelombang pada wilayah operasi yang dilalui oleh rute pelayaran yang meliputi:

1. Laut Jawa

Laut Jawa terletak di sebelah utara pulau Jawa. Data *scatter* gelombang untuk Laut Jawa disajikan pada Tabel 3.4. Berdasarkan Tabel 3.4, Laut Jawa memiliki ketinggian gelombang signifikan antara 0.5 m sampai dengan 5.5 m dengan periode 3.5 detik sampai dengan 15.5 detik. Probabilitas kejadian paling tinggi adalah pada ketinggian gelombang signifikan 1 m sampai 2 m.

2. Laut selatan

Laut selatan membentang di sisi selatan Indonesia dan langsung berhadapan dengan Samudra Hindia. Data *scatter* gelombang untuk Laut Selatan diwakili oleh perairan Arafuru yang disajikan pada Tabel 3.5. Berdasarkan tabel tersebut, laut selatan berada pada rentang tinggi gelombang signifikan antara 0.5 m sampai dengan 10 m, dengan periode 2 detik sampai dengan 22 detik. Probabilitas kejadian paling besar berada pada tinggi gelombang signifikan 0.5 m sampai 1 m.

3. Laut utara

Laut utara berada disebelah utara Pulau Kalimantan dan Sulawesi. Data *scatter* gelombang untuk laut utara diwakili oleh perairan Natuna, karena berada pada garis lintang yang berdekatan. Data *scatter* gelombang laut utara disajikan pada Tabel 3.6. Berdasarkan tabel tersebut, laut utara berada pada rentang tinggi gelombang signifikan antara 0.5 m sampai dengan 10 m, dengan periode 5.25 detik sampai dengan 12.7 detik. Probabilitas kejadian paling besar berada pada tinggi gelombang signifikan 0.5 m sampai 1 m.

4. Selat Makassar

Selat Makassar berada tepat diantara Pulau Kalimantan dan Sulawesi. Data *scatter* gelombang Selat Makassar disajikan pada Tabel 3.7. Berdasarkan tabel tersebut, Selat Makassar berada pada rentang tinggi gelombang signifikan antara 0.5 m sampai dengan 5 m, dengan periode 3.8 detik sampai dengan 7.3 detik. Probabilitas kejadian paling besar berada pada tinggi gelombang signifikan 0.5 m sampai 1 m.

5. Laut Banda

Laut Banda berada di sebelah utara deretan kepulauan Nusa Tenggara. Data *scatter* gelombang Laut Banda disajikan pada Tabel 3.8. Berdasarkan tabel tersebut, Selat Makassar berada pada rentang tinggi gelombang signifikan antara 0.5 m sampai dengan 3.5 m, dengan periode 1 detik sampai dengan 15 detik. Probabilitas kejadian paling besar berada pada tinggi gelombang signifikan 0.5 m sampai 1 m.

3.3.4. Pembebanan (*loading condition*)

Perhitungan pembebanan dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan perhitungan probabilitas gelombang untuk masing-masing ketinggian gelombang pada lima wilayah operasi. Perhitungan probabilitas gelombang dilakukan dengan:

$$Probabilitas\ gelombang = \frac{Total\ jumlah\ kejadian\ pada\ Hs}{Total\ seluruh\ jumlah\ kejadian}$$

Contoh perhitungan probabilitas gelombang Laut Jawa pada Hs = 0.5 m adalah sebagai berikut:

Probabilitas gelombang = 639/10,000 = 0.0639

Cara yang sama diterapkan untuk seluruh Hs pada seluruh wilayah operasi sehingga diperoleh probabilitas kejadian gelombang untuk masing-masing wilayah operasi seperti disajikan pada Tabel 3.9.

Berdasarkan hasil perhitungan probabilitas gelombang pada Tabel 3.9, maka selanjutnya dilakukan perhitungan probabilitas pembebanan untuk tiap Hs dengan:

$$Probabilitas\ pembebanan = \Sigma(prob.wilayah\ operasi \times prob.gelombang)$$

Contoh perhitungan probabilitas pembebanan pada Hs 0.5 untuk Laut Jawa adalah sebagai berikut:

Probabilitas pembebanan = 0.4580× 0.0639 = 0.0293

Tabel 3.4: Laut Jawa

Hs (m)	Wave Periods (s)													Sum
	3.5	**4.5**	**5.5**	**6.5**	**7.5**	**8.5**	**9.5**	**10.5**	**11.5**	**12.5**	**13.5**	**14.5**	**15.5**	
0.5	94	321	161	11	19	14	7	5	4	2	1			**639**
1	227	1,197	1,388	712	316	285	166	89	57	27	8	3	1	**4,476**
1.5		185	680	408	527	213	162	120	67	31	11	5	2	**2,411**
2			71	229	404	323	66	37	34	19	10	9	2	**1,204**
2.5				33	185	290	86	20	12	7	2	2	1	**638**
3				1	33	218	97	10	4	2			1	**366**
3.5					1	60	81	8	1	1				**152**
4						7	45	10	1					**63**
4.5							20	16	1					**37**
5							2	7	1					**10**
5.5								3	1					**4**
Sum	**321**	**1,703**	**2,300**	**1,394**	**1,485**	**1,410**	**732**	**325**	**183**	**89**	**32**	**19**	**7**	**10,000**

Sumber : Wibowo, 2012

Tabel 3.5: Laut Selatan

Hs (m)	Wave Periods (s)											Sum
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
0.5	7,461,327	35,886,904	23,176,809	7,593,460	2,646,623	1,188,880	401,695	73,215	7,401	494	19	**78,436,827**
1	240,010	16,556,271	28,140,154	12,015,888	3,206,000	1,169,305	387,075	63,192	5,332	279	12	**61,783,518**
1.5	306	2,110,346	13,199,680	9,076,862	1,948,332	338,725	81,940	13,910	1,052	21	3	**26,771,177**
2		163,789	4,489,134	5,174,139	1,158,840	120,243	16,725	2,207	139	6		**11,125,222**
2.5		8,277	1,290,192	2,413,803	557,510	46,813	3,906	283	6			**4,320,790**
3		268	330,851	990,982	232,672	18,567	1,260	39				**1,574,639**
3.5			77,717	376,366	93,657	7,027	423	5				**555,195**
4			16,370	135,261	37,961	2,801	115	3				**192,511**
4.5			3,288	47,982	15,953	1,069	39					**68,331**
5			669	16,983	6,936	435	12					**25,035**
6			149	8,108	4,258	233	3					**12,751**
7			4	1,202	982	30						**2,218**
8				162	181	1						**344**
9				17	42							**59**
10				6	4							**10**
Sum	**7,701,643**	**54,725,855**	**70,725,017**	**37,851,221**	**9,909,951**	**2,894,129**	**893,193**	**152,854**	**13,930**	**800**	**34**	**184,868,627**

Sumber : *Project report*, 2014

Tabel 3.6: Laut Utara

Hs (m)	Wave Periods (s)													Sum
	5.25	**6.25**	**7.37**	**8.64**	**9.57**	**10.18**	**10.79**	**11.31**	**11.69**	**11.97**	**12.23**	**12.47**	**12.7**	
0.5	93,350,538													**93,350,538**
1		71,519,354												**71,519,354**
1.5			31,774,805											**31,774,805**
2				13,717,908										**13,717,908**
2.5					6,707,238									**6,707,238**
3						3,461,658								**3,461,658**
4							2,802,540							**2,802,540**
5								772,997						**772,997**
6									197,245					**197,245**
7										45,165				**45,165**
8											9,160			**9,160**
9												1,643		**1,643**
10													218	**218**
Sum	**93,350,538**	**71,519,354**	**31,774,805**	**13,717,908**	**6,707,238**	**3,461,658**	**2,802,540**	**772,997**	**197,245**	**45,165**	**9,160**	**1,643**	**218**	**224,360,469**

Sumber : Minarti, 2010

Tabel 3.7: Selat Makassar

	Wave Periods (s)										Sum
Hs (m)	**3.8**	**4.8**	**5.4**	**5.6**	**6.2**	**6.5**	**6.7**	**6.9**	**7.1**	**7.3**	
0.5	149,274,370										**149,274,370**
1		48,442,978									**48,442,978**
1.5			9,455,096								**9,455,096**
2				1,648,213							**1,648,213**
2.5					271,590						**271,590**
3						43,139					**43,139**
3.5							6,645				**6,645**
4								990			**990**
4.5									142		**142**
5										19	**19**
Sum	**149,274,370**	**48,442,978**	**9,455,096**	**1,648,213**	**271,590**	**43,139**	**6,645**	**990**	**142**	**19**	**209,143,182**

Sumber : Widiyatmoko, 2002

Tabel 3. 8 : Laut Banda

Hs (m)	Wave Periods (s)															Sum
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0.5	751,478	2,827,026	3,622,519	1,577,005	615,990	275,130	140,535	79,766	49,057	32,093	22,045	15,740	11,614	8,784	6,792	**10,035,574**
1		151,100	3,034,694	2,778,542	944,656	307,716	116,725	51,577	25,781	14,187	8,420	5,294	3,481	2,386	1,675	**7,446,234**
1.5		147	315,854	909,190	335,356	77,376	19,318	5,736	1,974	748	297	119	44	10		**1,666,169**
2			11,715	130,962	67,939	11,198	1,561	195	10							**223,580**
2.5			173	11,848	8,997	908	19									**21,945**
3				677	688	11										**1,376**
3.5				2	2											**4**
Sum	**751,478**	**2,978,273**	**6,984,955**	**5,408,226**	**1,973,628**	**672,339**	**278,158**	**137,274**	**76,822**	**47,028**	**30,762**	**21,153**	**15,139**	**11,180**	**8,467**	**19,394,882**

Sumber : Setyawan, 2009

Tabel 3.9: Probabilitas Gelombang

Hs (m)	Laut Jawa	Laut utara	Laut selatan	Selat Makassar	Laut Banda
0.5	6.39E-02	4.16E-01	4.24E-01	7.14E-01	5.17E-01
1	4.48E-01	3.19E-01	3.34E-01	2.32E-01	3.84E-01
1.5	2.41E-01	1.42E-01	1.45E-01	4.52E-02	8.59E-02
2	1.20E-01	6.11E-02	6.02E-02	7.88E-03	1.15E-02
2.5	6.38E-02	2.99E-02	2.34E-02	1.30E-03	1.13E-03
3	3.66E-02	1.54E-02	8.52E-03	2.06E-04	7.09E-05
3.5	1.52E-02		3.00E-03	3.18E-05	2.00E-07
4	6.30E-03	1.25E-02	1.04E-03	4.70E-06	
4.5	3.70E-03		3.70E-04	7.00E-07	
5	1.00E-03	3.45E-03	1.35E-04	1.00E-07	
5.5	4.00E-04				
6		8.79E-04	6.90E-05		
7		2.01E-04	1.20E-05		
8		4.10E-05	1.90E-06		
9		7.00E-06	3.00E-07		
10		1.00E-06	1.00E-07		
Σ	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00

Sumber : Pengolahan data

Cara yang sama diterapkan untuk menghitung probabilitas pembebanan pada seluruh Hs pada masing-masing wilayah operasi. Total probabilitas pada Hs yang sama untuk lima wilayah operasi dijumlahkan untuk mendapatkan probabilitas pembebanan total pada Hs tersebut. Hasil perhitungan lengkap probabilitas pembebanan disajikan pada Tabel 3.10. Probabilitas pembebanan dipergunakan dalam perhitungan *fatigue* untuk mendapatkan nilai jumlah kejadian

kurun waktu panjang (*long-term*) pada masing-masing ketinggian gelombang (*wave loading*).

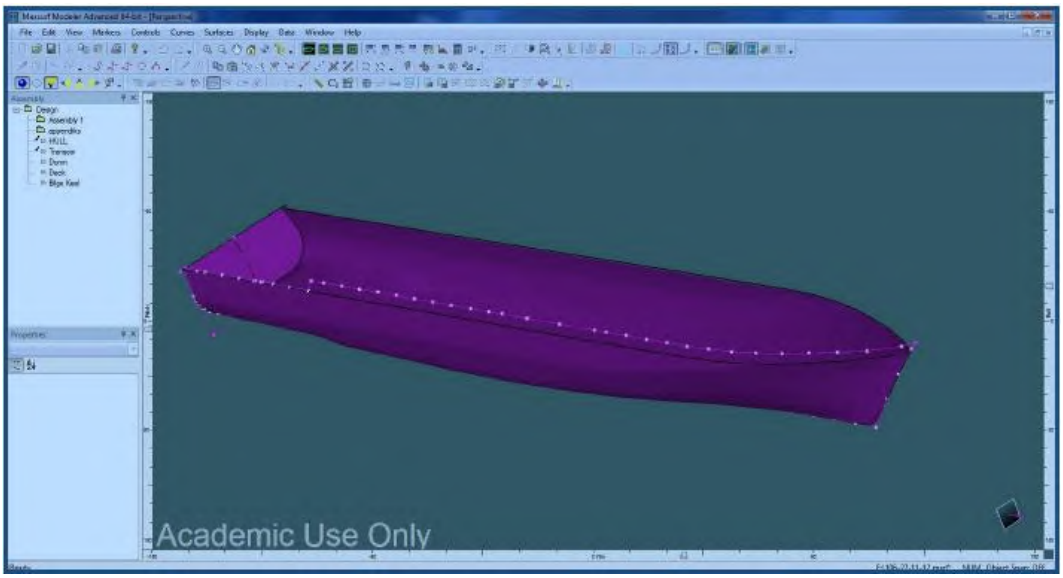
Tabel 3. 10: Probabilitas Pembebanan

Hs (m)	Laut Jawa	Laut Selatan	Laut Utara	Selat Makassar	Laut Banda	Probabilitas Pembebanan
0.5	2.93E-02	2.76E-02	5.14E-02	6.49E-02	1.36E-01	3.09E-01
1	2.05E-01	2.18E-02	3.94E-02	2.11E-02	1.01E-01	3.88E-01
1.5	1.10E-01	9.43E-03	1.75E-02	4.11E-03	2.25E-02	1.64E-01
2	5.51E-02	3.92E-03	7.55E-03	7.16E-04	3.03E-03	7.04E-02
2.5	2.92E-02	1.52E-03	3.69E-03	1.18E-04	2.97E-04	3.49E-02
3	1.68E-02	5.55E-04	1.91E-03	1.88E-05	1.86E-05	1.93E-02
3.5	6.96E-03	1.96E-04		2.89E-06	5.25E-08	7.16E-03
4	2.89E-03	6.78E-05	1.54E-03	4.27E-07		4.50E-03
4.5	1.69E-03	2.41E-05		6.36E-08		1.72E-03
5	4.58E-04	8.82E-06	4.26E-04	9.09E-09		8.92E-04
5.5	1.83E-04					1.83E-04
6		4.49E-06	1.09E-04			1.13E-04
7		7.81E-07	2.48E-05			2.56E-05
8		1.24E-07	5.06E-06			5.19E-06
9		1.95E-08	8.65E-07			8.84E-07
10		6.51E-09	1.24E-07			1.30E-07
Σ	4.58E-01	6.51E-02	1.24E-01	9.09E-02	2.62E-01	1.00E+00

Sumber : Pengolahan data

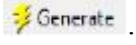
3.4. Model Geometri Menggunakan Software Maxurf

Kapal korvet dimodelkan dengan menggunakan perangkat lunak Maxsurf pro dengan skala 1:1. Koordinat model kapal di program Maxsurf Pro disesuaikan dengan koordinat yang ada berdasarkan gambar dari rencana garis kapal yang akan dimodelkan. Dasar pembuatan modelnya adalah *surface* yang merupakan bidang permukaan dan dapat dibuat menjadi berbagai bentuk model 3D dengan jalan menambahi, mengurangi, merubah koordinat, dan merubah posisi *control point*. Setelah proses pemodelan dalam perangkat lunak Maxsurf Pro telah selesai, maka model disimpan dalam bentuk *.iges* untuk proses analisis selanjutnya pada perangkat lunak Ansys Aqwa.



Gambar 3. 5 : Model Kapal Perang pada Maxsurf Pro

3.5. *Export* Model Geometri ke Software Aqwa

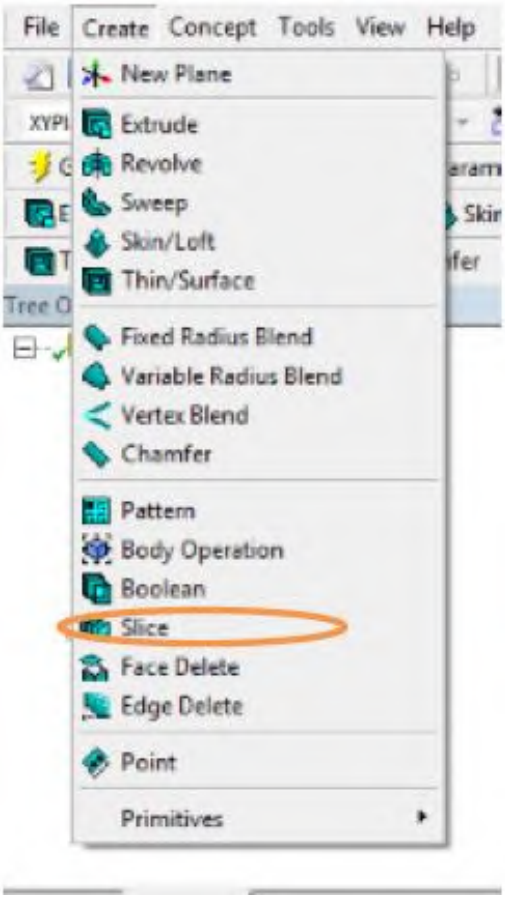
Proses *export* geometri pada Ansys Aqwa dilakuka dengan cara *import* model dari Maxsurf dengan skala 1:1 dalam bentuk *.iges*. Proses *import* dilakukan dengan memilih menu file kemudian klik *Import Eksternal Geometri* file dan selanjutnya klik *generate* atau *icon* 

.

File model Maxsurf yang telah dimasukkan harus dalam satu *part*. Jika tidak, maka perlu melakukan langkah-langkah untuk menjadikan file Maxsurf menjadi satu bagian dengan cara memilih menu *create* > *Body Operation* > *Sew*.

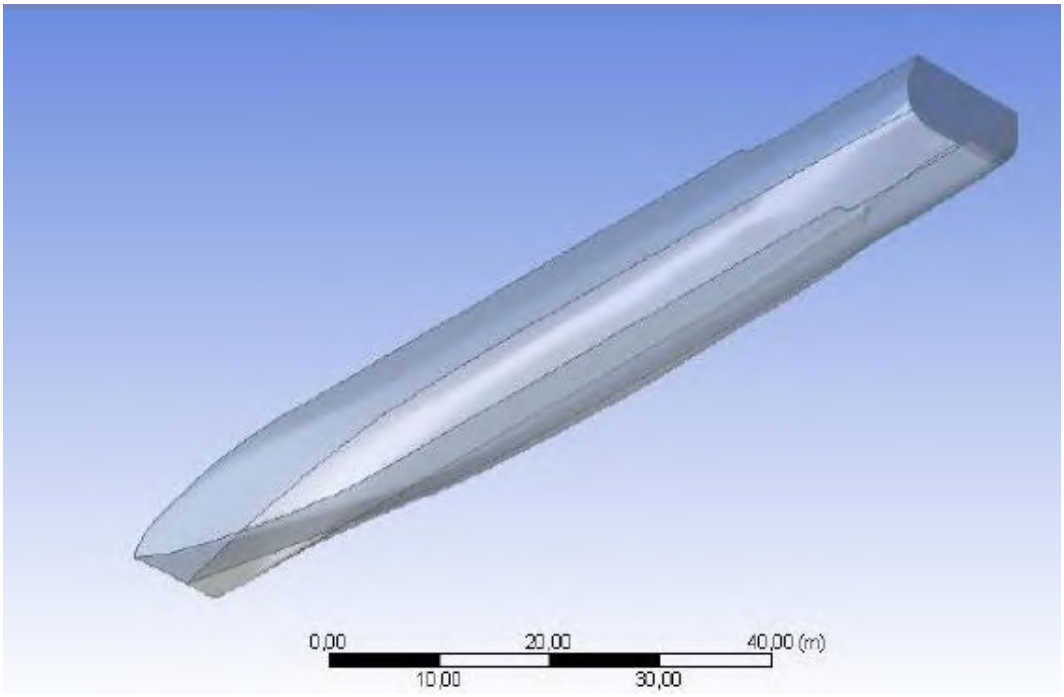
Lalu klik *generate* sehingga badan kapal menjadi satu *part*. Selanjutnya untuk membuat kapal sesuai dengan koordinat yang diinginkan dilakukan proses *Body Operation* lalu pilih *translate*. Lalu pilih *direction definition* lalu klik z *offsite* (*vertical*) untuk memasukan sarat kapal sebesar -3.7 meter lalu *generate*.

Dalam proses pemodelan, setelah melakukan proses *translate*, maka dilakukan pembagian kapal menjadi dua bagian dengan potongan di daerah sarat dengan cara klik *Tools* lalu *Freeze* agar kapal bisa dibagi menjadi dua bagian. Selanjutnya pilih menu *create* lalu pilih *slice* dan pilih *XY plane* untuk memotong kapal secara memanjang sesuai sarat kapal. Menu *input slice* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6: Menu *Input Slice*

Setelah kapal dapat dibuat *joint* dengan cara klik kanan pada part lalu pilih *form new part*. Hasil dari pemodelan geometri pada Ansys Aqwa ditampilkan pada Gambar 3.7.

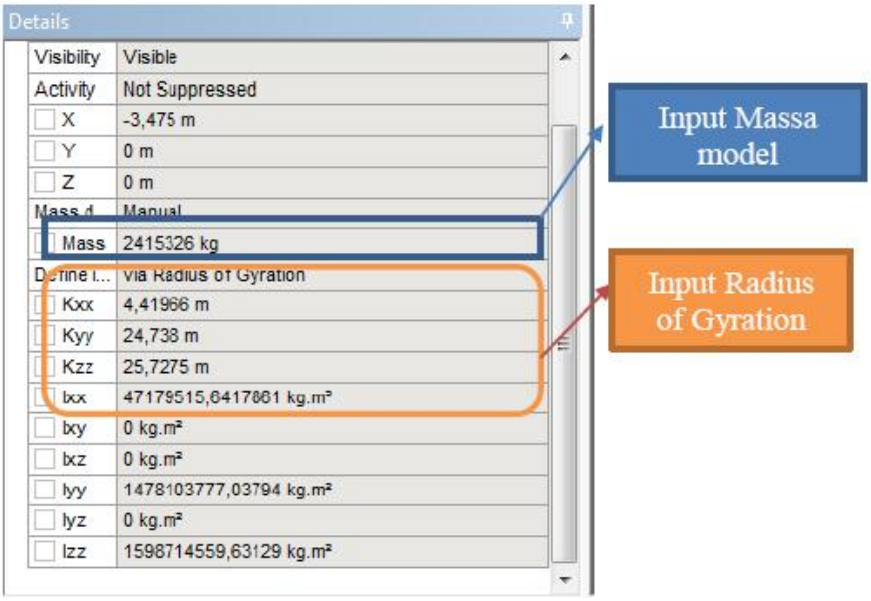


Gambar 3.7: Geometri kapal pada perangkat lunak Ansys Aqwa

3.6. Perhitungan *RAO Bending Moment* Menggunakan Software Aqwa

A. Input Parameter

Model geometri yang telah di *import* digunakan lebih lanjut untuk perhitungan *RAO bending moment* pada gelombang reguler. *Running* program untuk mendapatkan RAO bending moment dilakukan setelah melakukan beberapa hal antara lain penentuan besar *massa* dan *radius* girasi, *input point mass*, jari-jari girasi, penentuan kecepatan serta penentuan arah datang gelombang dan penentuan sumbu acuan gerakan kapal, dimana pada penelitian ini hanya meninjau sudut datang gelombang nol derajat dengan sumbu gerakan RY (gerakan *piching*). Detail input *point mass* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8: Detail *input point mass*

B. *Independence Mesh*

Proses pemodelan panel-panel pada kapal di program Ansys Aqwa dilakukan dengan memaksimalkan proses *meshing*. Proses *meshing* akan menentukan tingkat ketelitian pada hasil simulasi yang akan dilakukan, maka melakukan penentuan jumlah *meshing* yang akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan simulasi terhadap model harus dilakukan. Semakin tinggi spesifikasi komputer yang digunakan, maka semakin tinggi pula *meshing* yang dapat dibentuk dari model, semakin banyak jumlah *meshing* yang dibuat maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses *running* program.

Berdasarkan penelitian yang membahas tentang studi verifikasi dan validasi pada suatu aplikasi dijelaskan pada sub bab teori analisis error bahwa untuk menentukan acuan dalam *grid independence* atau *independence mesh* dapat digunakan dengan beberapa hasil acuan seperti *pressure*, *force* dan *free surface position*. Pada penelitian tersebut juga didapatkan hasil *grid independence* paling optimum ketika perbedaan output antara dua percobaan yang berurutan sebesar 0.44% (Godderidge *et al*, 2006).

Dalam tesis ini dibuat beberapa variasi jumlah *meshing* terhadap model kapal perang yang akan disimulasikan, dimana jumlah elemen tiap percobaan secara berurutan adalah dua kali dari percobaan sebelumnya atau mendekati.

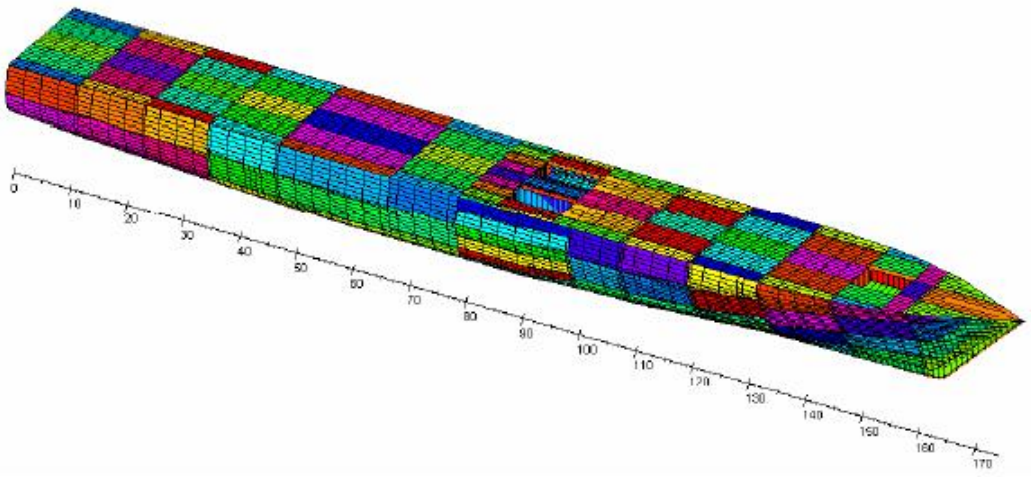
Dalam proses *meshing* ini, dilakukan pencarian jumlah *meshing* yang paling optimal baik dari nilainya, kemampuan komputer yang digunakan maupun lama waktu melakukan proses runningnya. Output yang digunakan sebagai acuan dalam proses *meshing* ini adalah RAO. Simulasi tersebut menghasilkan nilai RAO yang berbeda dan dilakukan pemilihan nilai *meshing* yang paling optimal. Sehingga tidak banyak waktu untuk melakukan proses running program dan penggunaan komputer juga tidak perlu dipaksakan.

C. Perhitungan *RAO Bending Moment*

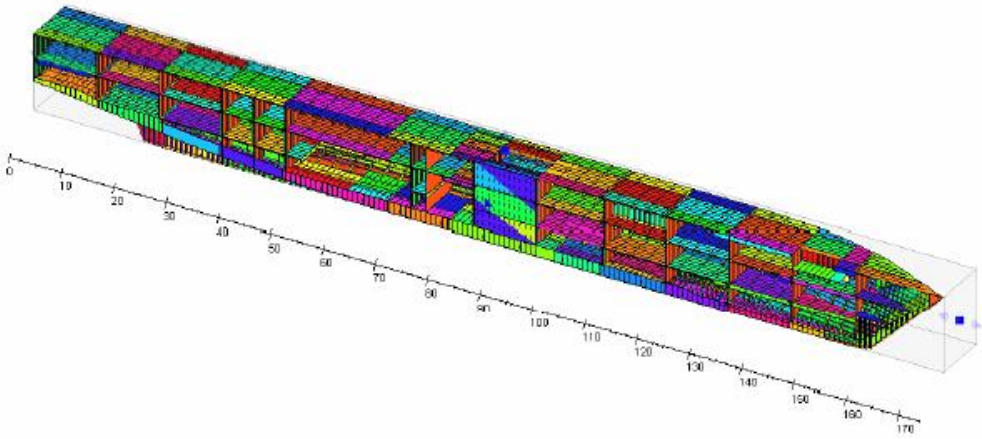
Proses selanjutnya adalah melakukan running model pada Ansys Aqwa untuk mendapatkan *RAO* (*Response Amplitude Operator*) *bending moment* gelombang reguler pada frekuensi 0.2 sampai dengan 2.0 rad/s. Hasil lengkap RAO *bending moment* disajikan pada Bab Hasil dan Pembahasan Tabel 4.1. RAO *bending moment* digunakan untuk menghitung RAO tegangan di gelombang reguler pada frekuensi 0.2 sampai dengan 2.0 rad/s.

3.7. Pemodelan pada Software Poseidon

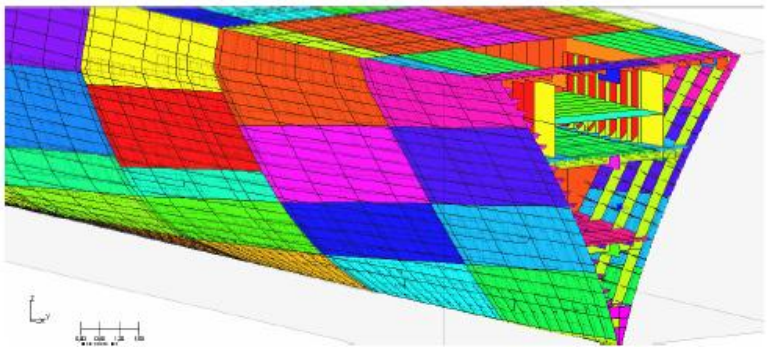
Arianto (2016) telah melakukan serangkaian pemodelan kapal perang menggunakan perangkat lunak Poseidon. Hasil pemodelan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.9 sampai dengan Gambar 3.13.



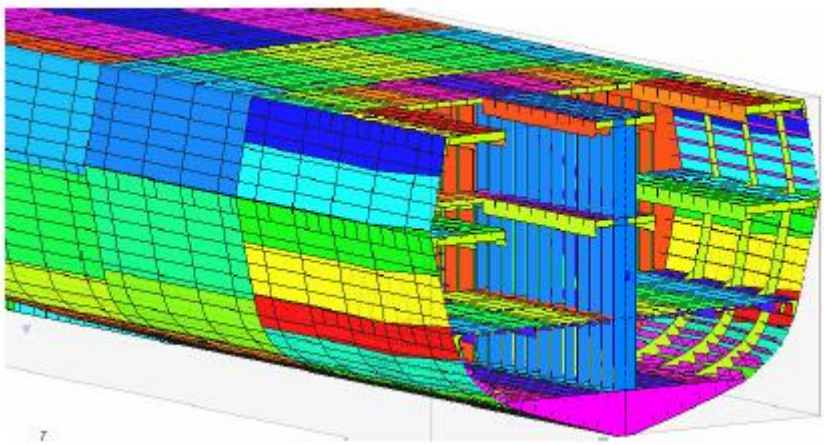
Gambar 3.9: Gambar 3D kapal perang tipe *corvette*



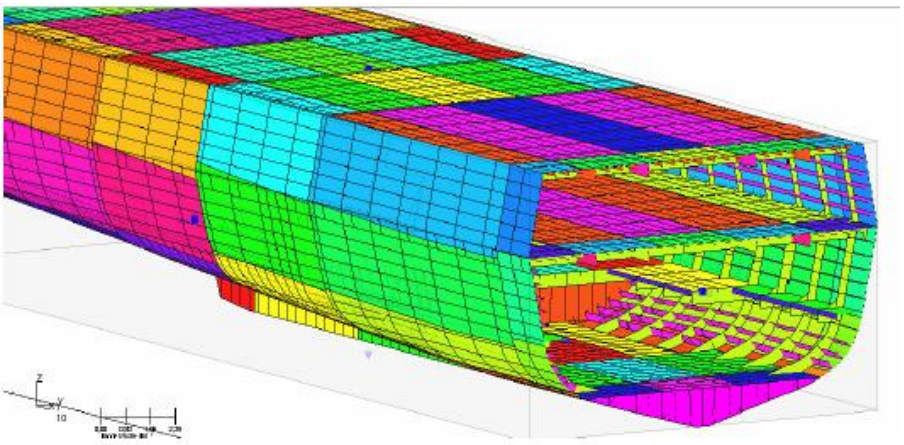
Gambar 3.10: Potongan memanjang 3D kapal perang tipe *corvette*



Gambar 3.11: Potongan melintang kapal perang bagian haluan

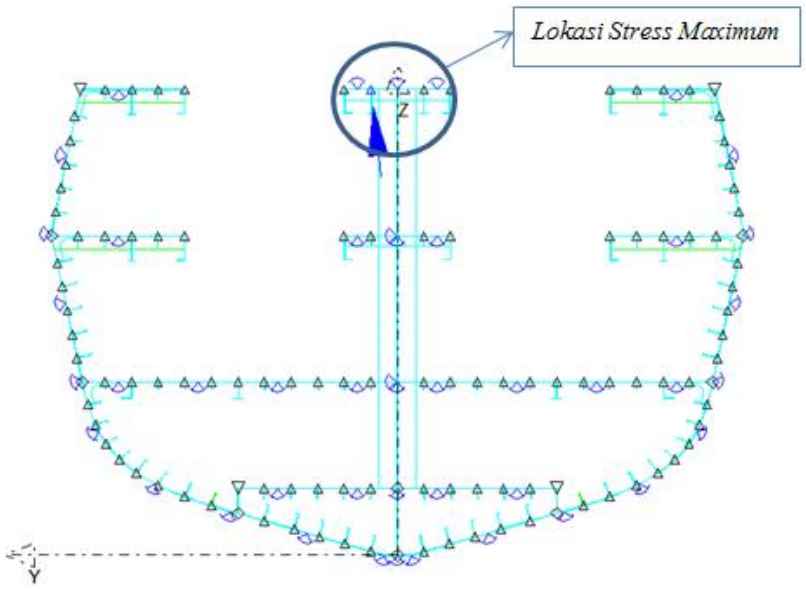


Gambar 3.12: Potongan melintang kapal perang bagian palkah pada *midship*



Gambar 3.13: Potongan melintang kapal bagian *midship*

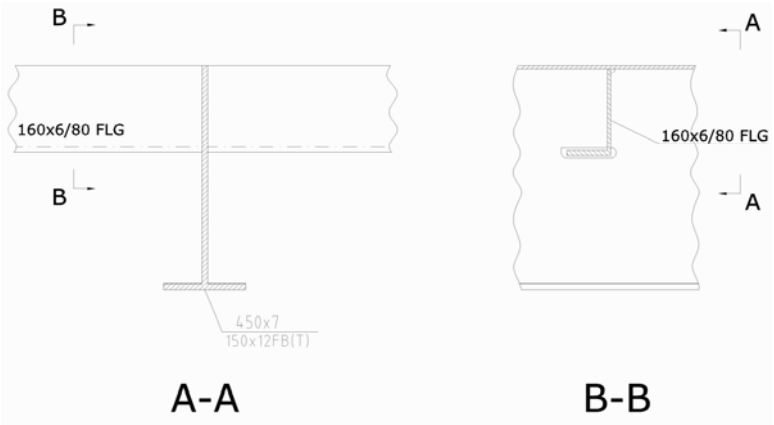
Berdasarkan hasil *running* program Poseidon yang dilakukan Arianto (2016), tegangan maksimum terjadi pada *frame* 88 (*midship section*) bagian *top deck* pada *center line* dengan lokasi sambungan yaitu antara pelat *deck* dengan *long. web stiffeners* dan *girder flanges*. Penampang melintang *frame* 88 dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14: Penampang *frame* 88

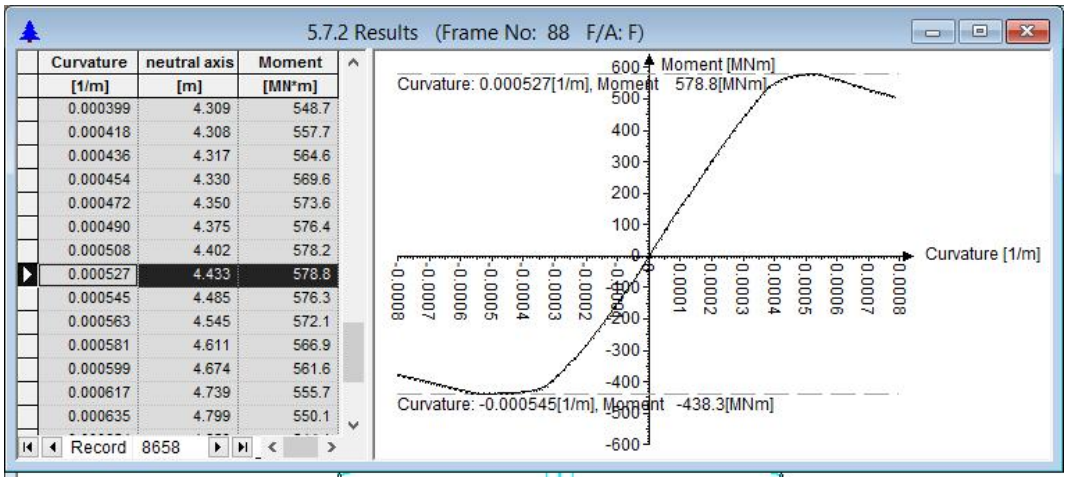
Gambar detail konstruksi dan gambar potongan konstruksi yang mengalami tegangan maksimum dapat dilihat pada Gambar 3.15. Berdasarkan lampiran A *rules* IACS R56 (1999), untuk tipe konstruksi T dengan sambungan *web stiffeners* dan *girder flanges* dengan jarak *edge* d<10 mm dan terdapat *cutout*

pada ujung sambungan, maka tipe sambungan ini termasuk dalam tipe sambungan G. Berdasarkan Tabel 2.2, tipe sambungan G memiliki nilai K=2.481x10^{11} untuk m=3 dan K=2.11x10^{14} untuk m=5.



Gambar 3. 15: Detail konstruksi

Tinjauan *ultimate strength* menunjukan nilai terbesar *bending moment capacity* pada penampang melintang *midship* terjadi pada jarak *Natural Axis (NA)* 4.433 m terhadap *base line*. Hasil perhitungan *bending moment capacity* pada penampang melintang *midship* dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16: *Bending moment capacity*

Momen inersia penampang pada *frame* 88 diperoleh dari hasil perhitungan pada *software* Poseidon. Output Poseidon pada Gambar 3.17 menunjukan nilai momen inersia sebesar 7.904 m^4.

```
Summary of Section at Frame No.  88
Perm. Stillw. Values acc 5. E (seag. cond.)max                  min
Bending Moment                  133874 kN*m (100%)    -51865 kN*m (100%)
Shear Forces                      6660 kN   (100%)     -6660 kN   (132%)

                                   existing              required    fR=   deltaSigRmin=
Section moduli WD or WD' =         1.694 m**3            1.381 m**3  1.227      70.0 N/mm²
                       WB  =       1.936 m**3            1.381 m**3  1.402      61.2 N/mm²
Moments of Inertia  IYY  =         7.904 m**4            5.915 m**4
                  fR max  =        1.063  (DK1A;deck1web)

Weight of section:     G =          7.749 t/m (Longitudinal Members)
Weight of section:     G =          2.117 t/m (Transverse   Members)
```

Gambar 3.17: Output momen inersia

3.8. Perhitungan RAO Tegangan

Perhitungan RAO tegangan dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.2. Perhitungan RAO tegangan akibat *bending moment* vertikal pada frekuensi 0.2 rad/s dengan z= 8.75 m, z_0= 4.433 m, Iyy= 7.904 m^4 dan RAOm,v= 6.1×10^6 Nm/m adalah sebagai berikut.

$$RAO_{\sigma,v}=\frac{8.75-4.433}{7.904}\left(6.1\times10^{6}\right)=3.33 \text{ MPa/m}$$

Hasil perhitungan RAO tegangan lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.2.

3.9. Perhitungan Spektrum Gelombang ITTC

Perhitungan spektrum gelombang mengikuti persamaan spektrum gelombang ITTC. Berdasarkan persamaan 2.7 dapat dilakukan perhitungan spektrum gelombang untuk Hs= 4 m, frekuensi 0.6 rad/s dan gravitasi 9.81 m/s^2 sebagai berikut:

$$S_{\zeta}(\omega)=\frac{0.0081\cdot9.81^{2}}{0.6^{5}}\times\exp\left[-3.11/4^{2}\cdot0.6^{4}\right]=2.2372 \text{ m}^2\text{/rad/s}$$

Hasil lengkap perhitungan spektrum gelombang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

3.10. Perhitungan Spektrum Tegangan

Spektrum tegangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.19. Contoh perhitungan spektrum tegangan pada frekuensi 7.48 rad/s dengan RAOσ sebesar 3.33 MPa/m dan spektrum gelombang 2.2372 m^2/rad/s adalah sebagai berikut:

$S\sigma = 3.33^2 \times 2.2372 = 2609.29$ MPa^2/rad/s

Hasil perhitungan lengkap spektrum tegangan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Nilai spektrum tegangan digunakan untuk menghitung momen spektrum tegangan (m_0) dan *second* momen spektrum tegangan (m_2). Perhitungan momen spektrum tegangan (m_0) menggunakan persamaan 2.20 dan *second* momen spektrum tegangan (m_2) menggunakan persamaan 2.21. Perhitungan momen spektrum tegangan (m_0) dan *second* momen spektrum tegangan (m_2) pada Hs= 0.5m adalah sebagai berikut:

$$m_0 = \frac{1}{3} \times Interval \quad \omega \times \Sigma\left(S_\sigma \times SF\right) = 0.25 \text{ MPa}^2$$

$$m_2 = \frac{1}{3} \times Interval \quad \omega \times \Sigma\left(S_\sigma \times SF \times \omega\right) = 1.82 \text{ MPa}^2\text{rad/s}$$

Hasil perhitungan lengkap momen spektrum tegangan (m_0) dan *second* momen spektrum tegangan (m_2) dapat dilihat pada Tabel 4.5.

3.11. Perhitungan Kejadian *Long-Term* (n_L)

Perhitungan kejadian *long-term* dilakukan dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

- Kejadian per detik *short term* dihitung menggunakan persamaan 2.22. Perhitungan kejadian per detik *short term* pada Hs=0.5 m, m_0=0.25 MPa^2, m_2=1.82 MPa^{2}rad/s adalah adalah sebagai berikut:

$$n_0 = \frac{1}{2 \times 3.14} \sqrt{1.82 \diagup 0.25} = 0.28 \text{ kali/detik}$$

- *Probability density function (PDF) short term* dihitung menggunakan persamaan 2.23. Perhitungan PDF *short term* pada Hs=0.5 m, rentang tegangan *S*=0.05 MPa adalah sebagai berikut:

$$p_s(S) = \frac{0.05}{0.25} Exp\left[-0.05^2 / 2 \times 0.25\right] = 0.2$$

- *Probability density function (PDF) long term* dihitung menggunakan persamaan 2.23. *Probability density function (PDF) long term* pada Hs=0.5 m dengan $p_s(S)$=0.2, dan interval rentang tegangan 0.05 adalah sebagai berikut:

  $p_L(S) = 0.2 \times 0.05 = 0.01$

- Kejadian *long term* dihitung menggunakan persamaan 2.24. Kejadian *long term* pada Hs=0.5 m, $P_L(S)$= 0.01, rentang tegangan *S*=0.05 MPa adalah sebagai berikut:

  $$n_L = \left(\sum_i \sum_j \sum_k n_0 \times p_i p_j p_k \right) \times T_L$$

  dengan:

  p_i : peluang kejadian pembebanan pada Hs=0.5 m sebesar 3.09×10^{-1}

  p_j : peluang rute pelayaran kapal sebesar 0,6

  p_k : PDF *long term* sebesar 0.01

  T_L : rencana umur operasi kapal selama 25 tahun atau 25x31,536,000 detik

  $n_{L(Hs=0.5,S=0.05)} = 0.28 \times 3.09 \times 10^{-1} \times 0.6 \times 0.01 \times 25 \times 31536000$= 406,820 kali

  Cara yang sama dipergunakan untuk memperoleh kejadian *long term* pada semua Hs. Kejadian *long term* pada semua Hs untuk seluruh rentang tegangan S dapat dilihat pada Tabel 4.6.

3.12. Perhitungan Kejadian yang Menyebabkan Kelelahan Struktur (N)

Perhitungan kejadian yang menyebabkan kelelahan struktur (N) menggunakan persamaan 2.15 berdasarkan kurva S-N. Perhitungan kejadian yang menyebabkan kelelahan struktur (N) dilakukan setelah mengetahui tipe sambungan yang akan ditinjau umur kelelahannya. Perhitungan N pada rentang tegangan S=0.5 MPa, K=2.481×10^{11} untuk m=3 dan K=2.11×10^{14} untuk m=5,

$$N = \frac{2.481 \times 10^{11}}{0.5^3} = 6.75 \times 10^{15} \text{ kali}$$

Hasil lengkap dari perhitungan kejadian yang menyebabkan kelelahan struktur (N) dapat dilihat pada Tabel 4.6.

3.13. Perhitungan Nilai Kerusakan (D)

Nilai indeks kerusakan (D) diperoleh dengan membandingkan total penjumlahan kejadian *long term* dengan total penjumlahan kejadian yang menyebabkan kegagalan. Nilai D dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.16.

3.14. Perhitungan Umur Kelelahan (*Fatigue Life*)

Umur kelelahan (*fatigue life*) diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.17. *Fatigue life* diperoleh dengan membandingkan *design life* kapal dengan nilai indeks kegagalan (D).

Halaman ini sengaja dikosongkan

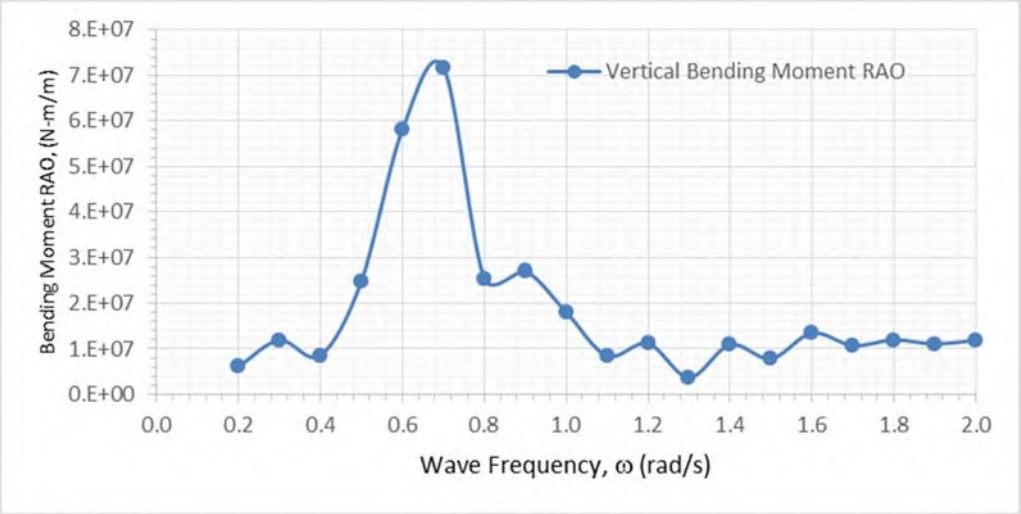
BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. RAO Bending Moment

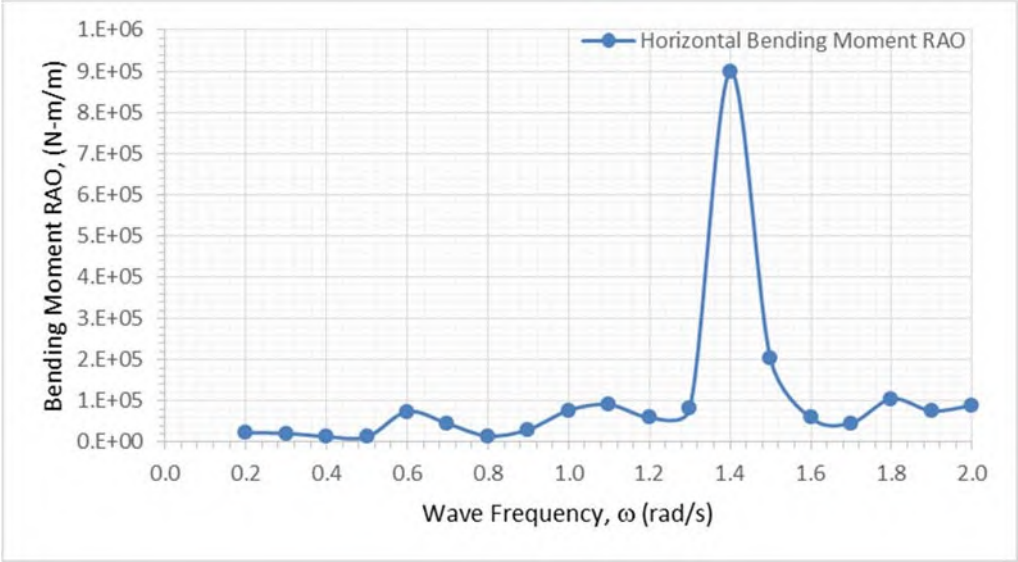
Bending moment yang ditinjau adalah *bending moment* vertikal (gerakan *pitching*) dan *bending moment* horisontal (gerakan *yawing*), sedangkan untuk puntiran dan *shear stress* tidak dimasukkan dalam perhitungan. Dikarenakan kapal yang bergerak, maka sudut datang gelombang yang ditinjau hanya pada heading 180^o atau gelombang dari arah depan saja. Sedangkan kapal ditinjau pada kecepatan 30 knot. Nilai *bending moment* vertikal (RY) dan *bending moment* horisontal (RZ) beserta sudut fasenya yang diperoleh dengan menggunakan Software Ansys Aqwa ditampilkan pada Tabel 4.1. Grafik *bending moment* vertikal ditampilkan pada Gambar 4.1 dan grafik *bending moment* horisontal ditampilkan pada Gambar 4.2.

Tabel 4. 1 : RAO Bending Moment

ω (rad/s)	RZ ($Nm\times10^6$)	RY ($Nm\times10^6$)	Sudut Fase Rz (rad)	Sudut Fase Ry (rad)
0.2	0.023	6.101	3.066	-2.490
0.3	0.021	11.877	-2.927	-1.625
0.4	0.013	8.548	-2.718	0.028
0.5	0.013	24.849	-3.111	2.117
0.6	0.074	58.020	3.138	2.855
0.7	0.045	71.776	-0.822	-2.516
0.8	0.015	25.484	0.130	-2.666
0.9	0.031	27.062	2.696	3.054
1.0	0.077	18.069	-0.823	2.807
1.1	0.091	8.470	1.257	1.333
1.2	0.060	11.175	2.583	0.740
1.3	0.082	3.724	-2.203	-0.977
1.4	0.899	10.903	1.646	-0.779
1.5	0.203	7.853	-1.469	-0.277
1.6	0.059	13.465	2.736	1.570
1.7	0.046	10.726	-0.465	-2.674
1.8	0.105	11.960	-0.013	-0.978
1.9	0.076	11.093	-0.779	0.639
2.0	0.089	11.897	-2.000	2.398



Gambar 4. 1: Vertical Bending Moment RAO



Gambar 4. 2 : Horizontal Bending Moment RAO

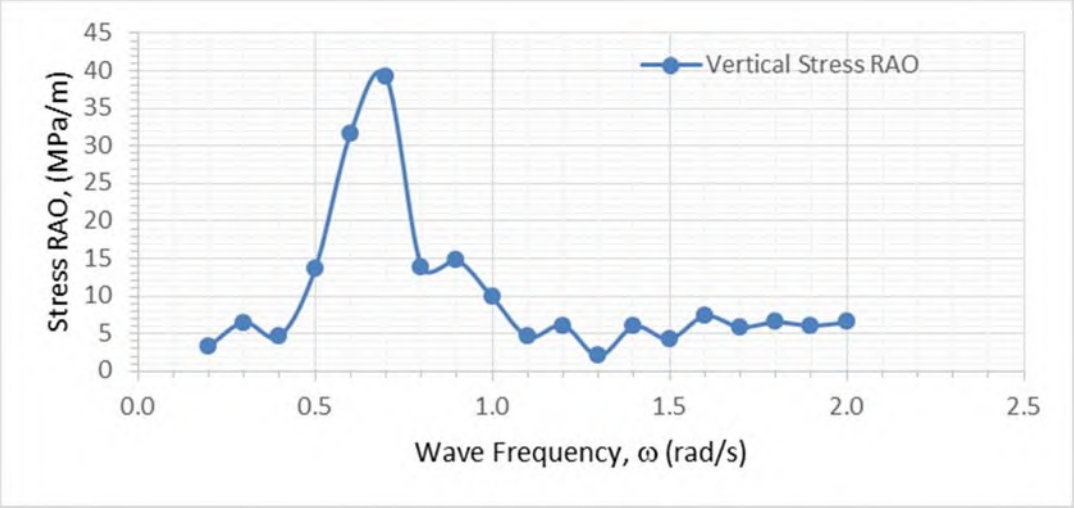
Berdasarkan hasil *bending moment* pada Tabel 4.1 beserta Gambar 4.1 dan Gambar 4.2, bending momen vertikal memiliki nilai lebih besar jika dibandingkan dengan *bending moment* horisontal, hal ini dikarenakan oleh tinjauan sudut datang gelombang yaitu terhadap *headsea* atau arah gelombang dari depan (180^{o}), pada arah gelombang ini gerakan *pitching* merupakan gerakan yang paling dominan pada kapal jika dibandingkan dengan gerakan *yawing*. Gerakan *pitching* menjadi penyebab terjadinya *bending moment* vertikal sedangkan gerakan *yawing*

menyebabkan terjadinya *bending moment* horisontal. Nilai *bending moment* vertikal maksimum terjadi pada frekuensi 0.7 rad/s yaitu sebesar $7.2x10^7$ Nm sedangkan nilai momen bending horisontal maksimum terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s yaitu sebesar $9.0x10^5$ Nm.

4.2. RAO Tegangan

Untuk mendapatkan RAO tegangan total, terlebih dahulu harus dihitung RAO tegangan untuk masing-masing bending momen dengan memasukkan jarak lokasi detail struktur yang ditinjau. Dikarenakan posisi detail struktur berada sangat dekat dengan *center line* penampang *midship* kapal, maka jarak horisontal detail struktur (y) adalah mendekati nol, sehingga untuk RAO tegangan horisontal dapat diabaikan dalam perhitungan. Nilai RAO tegangan akibat *bending moment* vertikal disajikan pada Tabel 4.2. Sedangkan grafik RAO tegangan ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Dari Tabel 4.3 dan Gambar 4.6 diperoleh nilai RAO tegangan maksimum pada frekuensi 0.7 rad/s sebesar 39.2 MPa/m. Nilai tersebut sesuai dengan nilai *bending moment* yang bernilai maksimum pada frekuensi 0.7 rad/s.



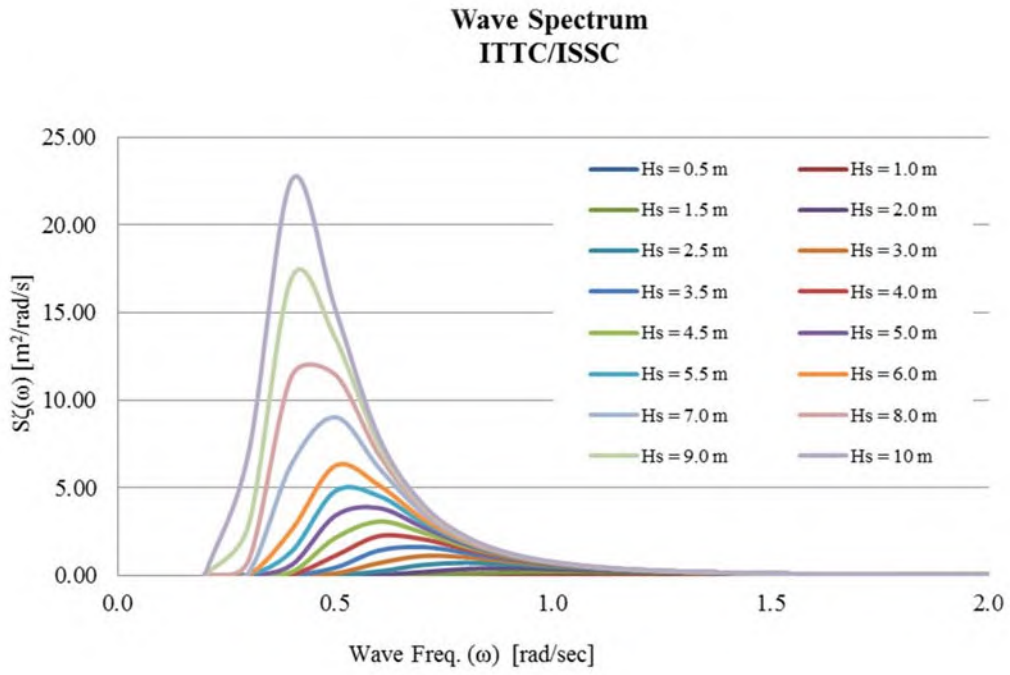
Gambar 4. 3 : Grafik RAO Tegangan

Tabel 4. 2 : RAO Tegangan

ω (rad/s)	M (N-m/m×10^6)	I (m^4)	$z-z_0$ (m)	σ (Mpa/m)
0.2	6.101	7.904	4.32	3.33
0.3	11.877	7.904	4.32	6.49
0.4	8.548	7.904	4.32	4.67
0.5	24.849	7.904	4.32	13.57
0.6	58.020	7.904	4.32	31.69
0.7	71.776	7.904	4.32	39.20
0.8	25.484	7.904	4.32	13.92
0.9	27.062	7.904	4.32	14.78
1.0	18.069	7.904	4.32	9.87
1.1	8.470	7.904	4.32	4.63
1.2	11.175	7.904	4.32	6.10
1.3	3.724	7.904	4.32	2.03
1.4	10.903	7.904	4.32	5.96
1.5	7.853	7.904	4.32	4.29
1.6	13.465	7.904	4.32	7.35
1.7	10.726	7.904	4.32	5.86
1.8	11.960	7.904	4.32	6.53
1.9	11.093	7.904	4.32	6.06
2.0	11.897	7.904	4.32	6.50

4.3. Spektrum Gelombang ITTC/ISSC-1975

Hasil perhitungan spektrum gelombang untuk masing-masing *loading condition* dapat dilihat pada Gambar 4.4. Sedangkan tabel hasil perhitungan spektrum gelombang ITTC disajikan pada Tabel 4.3.



Gambar 4.4: Spektrum Gelombang pada *loading condition*

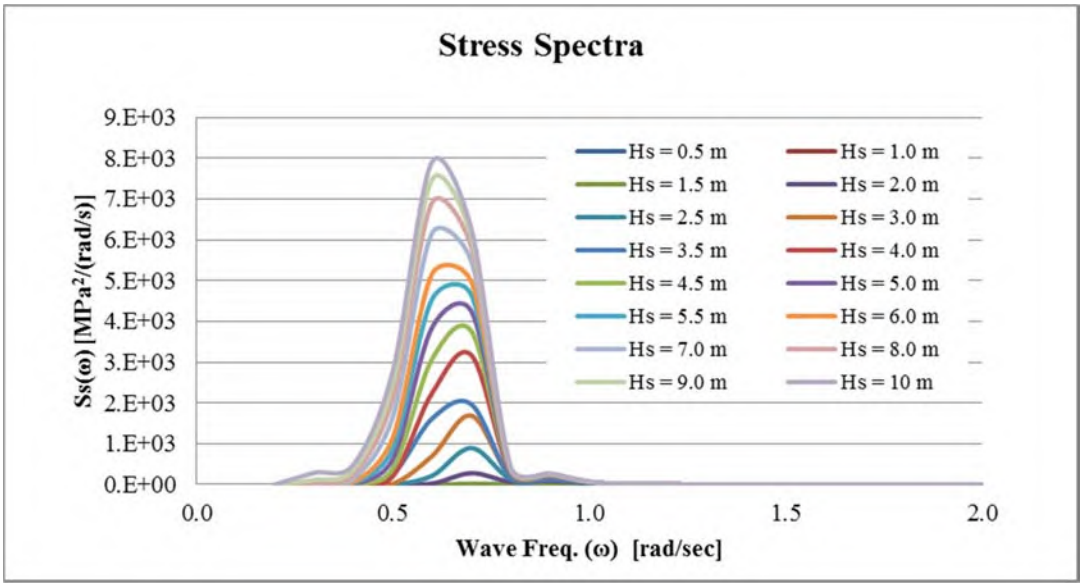
Dari Gambar 4.4 dan Tabel 4.3 diperoleh nilai maksimum pada frekuensi berbeda-beda, dimana nilai spektrumnya sangat bergantung pada tinggi gelombang. Semakin bertambah tinggi gelombang maka nilai frekuensi untuk tegangan maksimum semakin kecil. Misalnya untuk ketinggian gelombang 2 m nilai maksimum spektrumnya berada pada frekuensi 0.9 rad/s sedangkan untuk gelombang 10 m berada pada frekuensi 0.4 rad/s. Setelah dilakukan validasi perhitungan menggunakan perbandingan berbagai macam spectrum gelombang pada Gambar 2.5, maka hasil spektrum gelombang dalam perhitungan ini telah sesuai. Hasil perhitungan spektrum gelombang tersebut digunakan untuk mencari spektrum tegangan pada gelombang acak (*irregular wave*). Pemilihan spektrum gelombang ITTC dikarenakan karakteristik perairan Indonesia yang tidak terlalu ganas seperti *North Sea*. Variasi tinggi gelombang yang dipakai untuk menghitung spektrum gelombang berdasarkan data lingkungan pada Tabel 3.9, yaitu mulai dari Hs 0.5 m sampai dengan Hs 10 m.

Tabel 4. 3 : Spektrum Gelombang

ω (rad/s)	Hs (m)															
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10
	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)	Sζ(ω)
0.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.13	0.80	2.80	6.90
0.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.19	0.59	1.37	2.61	6.38	11.41	16.99	22.59
0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	0.43	1.11	2.14	3.41	4.81	6.26	9.04	11.46	13.50	15.17
0.6	0.00	0.00	0.00	0.02	0.22	0.70	1.41	2.24	3.06	3.84	4.53	5.15	6.14	6.89	7.45	7.89
0.7	0.00	0.00	0.01	0.18	0.58	1.10	1.61	2.06	2.45	2.76	3.02	3.24	3.56	3.79	3.95	4.07
0.8	0.00	0.00	0.08	0.36	0.71	1.02	1.28	1.48	1.64	1.76	1.85	1.93	2.04	2.11	2.17	2.20
0.9	0.00	0.01	0.16	0.40	0.62	0.78	0.90	0.98	1.04	1.09	1.13	1.16	1.20	1.23	1.25	1.26
1.0	0.00	0.03	0.20	0.36	0.47	0.55	0.60	0.64	0.67	0.69	0.70	0.71	0.73	0.74	0.75	0.76
1.1	0.00	0.06	0.19	0.28	0.34	0.38	0.41	0.42	0.44	0.44	0.45	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47
1.2	0.00	0.07	0.16	0.22	0.25	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31
1.3	0.00	0.07	0.13	0.16	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21
1.4	0.01	0.06	0.10	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
1.5	0.01	0.06	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
1.6	0.01	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
1.7	0.01	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1.8	0.01	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
1.9	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
2.0	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

4.4. Spektrum Tegangan

Hasil perhitungan spektrum tegangan dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.4.



Gambar 4. 5 : Grafik Spektrum Tegangan

Dari Gambar 4.5 dan Tabel 4.4 terlihat bahwa nilai spektrum tegangan berbanding lurus dengan pertambahan nilai tinggi gelombang. Spektrum tegangan merupakan ditransformasi dari RAO tegangan pada gelombang *regular* agar tegangan mewakili kondisi gelombang *irregular*. Sebagaimana pada spektrum gelombang, nilai maksimum spektrum tegangan berada pada frekuensi berbeda-beda dimana nilai spektrumnya sangat bergantung pada tinggi gelombang. Semakin bertambah tinggi gelombang maka nilai frekuensi untuk spektrum tegangan maksimum semakin kecil. Nilai spektrum tegangan yang diperoleh pada Tabel 4.4 digunakan untuk mendapatkan nilai momen spektrum tegangan (m_0) dan *second* momen spektrum tegangan (m_2). Hasil perhitungan m_0 dan m_2 ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 4 : Spektrum Tegangan

ω	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10
(rad/s)	Sσ(ω)	Sσ (ω)	Sσ(ω)	Sσ(ω)	Sσ (ω)	Sσ(ω)	Sσ(ω)	Sσ (ω)	Sσ(ω)	Sσ(ω)	Sσ (ω)	Sσ(ω)	Sσ(ω)	Sσ (ω)	Sσ(ω)	Sσ(ω)
0.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.04	0.32	5.34	33.48	117.94	290.27
0.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.36	0.84	4.12	12.87	29.90	56.80	139.04	248.60	370.27	492.35
0.5	0.00	0.00	0.00	0.02	1.60	18.24	260.39	204.94	393.63	627.85	886.91	1153.42	1664.36	2111.61	2485.89	2793.66
0.6	0.00	0.00	0.23	24.97	216.48	699.73	1617.89	2246.68	3077.83	3855.04	4553.85	5168.99	6168.93	6919.25	7485.75	7919.20
0.7	0.00	0.02	22.53	279.65	897.21	1690.11	1967.04	3172.27	3759.76	4245.62	4645.08	4973.89	5472.09	5821.84	6074.46	6261.86
0.8	0.00	0.23	15.78	69.06	136.77	198.24	173.69	286.75	316.77	340.17	358.58	373.24	394.72	409.32	419.64	427.18
0.9	0.00	2.52	35.08	88.18	135.09	170.32	132.12	214.46	228.21	238.59	246.58	252.82	261.81	267.82	272.01	275.05
1.0	0.00	3.39	19.06	34.89	46.16	53.74	39.63	62.51	65.11	67.04	68.50	69.63	71.25	72.32	73.06	73.59
1.1	0.00	1.24	4.03	6.09	7.37	8.18	5.93	9.07	9.33	9.51	9.66	9.76	9.92	10.02	10.09	10.14
1.2	0.03	2.60	5.99	8.02	9.18	9.88	7.16	10.63	10.84	10.99	11.11	11.19	11.32	11.40	11.46	11.50
1.3	0.01	0.29	0.54	0.66	0.73	0.77	0.56	0.81	0.82	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86
1.4	0.20	2.29	3.59	4.20	4.52	4.70	3.46	4.89	4.94	4.98	5.00	5.03	5.06	5.08	5.09	5.10
1.5	0.16	1.02	1.44	1.62	1.71	1.76	1.32	1.82	1.83	1.84	1.85	1.86	1.87	1.87	1.87	1.88
1.6	0.60	2.50	3.26	3.57	3.73	3.81	2.88	3.90	3.93	3.94	3.96	3.97	3.98	3.99	4.00	4.00
1.7	0.42	1.30	1.60	1.72	1.78	1.81	1.38	1.84	1.85	1.86	1.86	1.86	1.87	1.87	1.88	1.88
1.8	0.54	1.31	1.54	1.63	1.68	1.70	1.32	1.73	1.73	1.74	1.74	1.75	1.75	1.75	1.75	1.76
1.9	0.44	0.91	1.04	1.09	1.11	1.13	0.88	1.14	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
2.0	0.47	0.85	0.94	0.98	1.00	1.01	0.00	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03

Tabel 4.5: Nilai m_0 dan m_2

Hs(m)	S(Sr(w)xSF)	S(w^2 xSr(w))	m_0	m_2
0.5	7.39	22.21	0.25	0.74
1	54.68	101.73	1.82	3.39
1.5	364.84	347.59	12.16	11.59
2	1809.74	1166.41	60.32	38.88
2.5	5024.44	2791.77	167.48	93.06
3	9513.88	4927.00	317.13	164.23
3.5	13189.88	6143.87	439.66	204.80
4	19662.21	9415.82	655.41	313.86
4.5	24557.89	11446.29	818.60	381.54
5	29103.60	13264.51	970.12	442.15
5.5	33242.18	14868.89	1108.07	495.63
6	36965.92	16273.84	1232.20	542.46
7	43270.14	18570.72	1442.34	619.02
8	48346.53	20330.18	1611.55	677.67
9	52607.67	21705.79	1753.59	723.53
10	56417.36	22815.11	1880.58	760.50

Tabel 4.5 menjunjukkan nilai momen spektrum tegangan (m_0) dan *second* momen spektrum tegangan (m_2). Nilai m_0 dan m_2 bertambah besar seiring dengan bertambahnya ketinggian gelombang sebagai *wave loading*. Momen spektrum tegangan merupakan integral dari spektrum tegangan yang merepresentasikan luasan dibawah kurva spektrum tegangan. Nilai m_0 dan m_2 digunakan untuk menghitung jumlah kejadian dalam satu detik *short-term*.

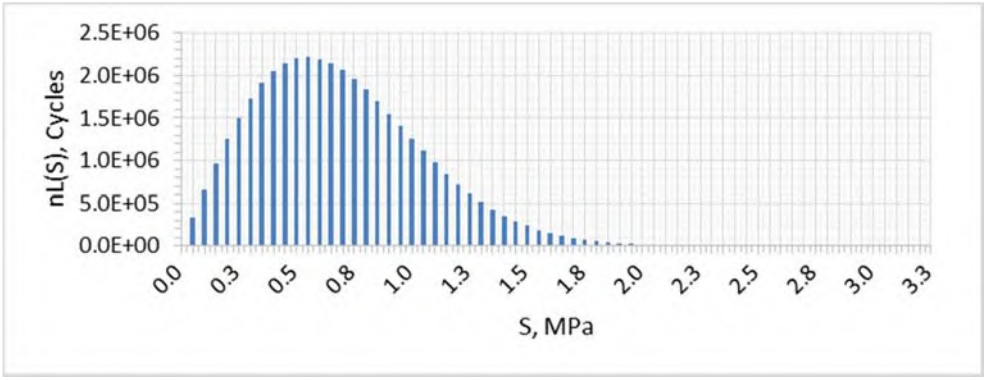
4.5. Kejadian *Long Term*

Hasil perhitungan banyaknya kejadian yang terjadi dalam satu detik (n_0) *short term*, rentang tegangan ekstrim (S_{ext}) untuk masing-masing ketinggian gelombang ditunjukkan pada Tabel 4.6

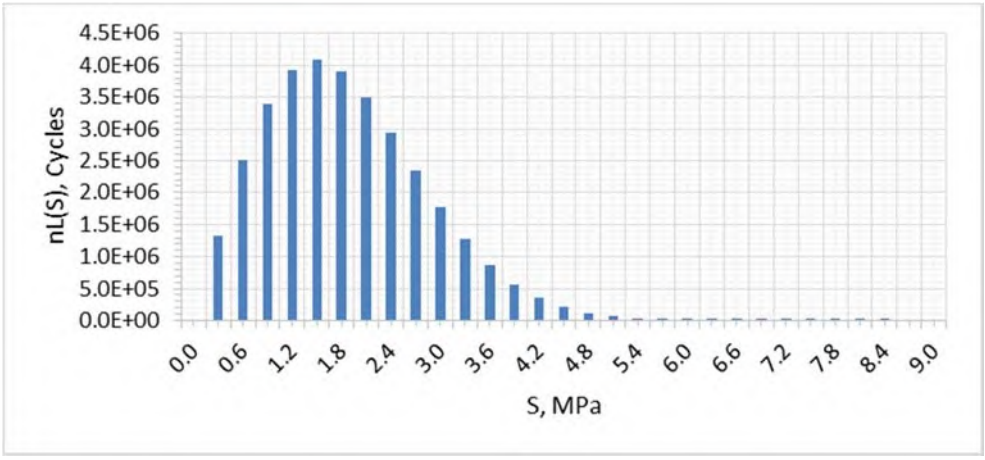
Tabel 4.6: Kejadian short term

Hs (m)	S_{ext} (Mpa)	n_0 (1/detik)
0.5	2.50	0.28
1	6.68	0.22
1.5	16.89	0.16
2	37.11	0.13
2.5	61.52	0.12
3	84.44	0.11
3.5	99.05	0.11
4	121.06	0.11
4.5	135.16	0.11
5	147.02	0.11
5.5	157.02	0.11
6	165.49	0.11
7	178.89	0.10
8	188.95	0.10
9	196.97	0.10
10	203.83	0.10

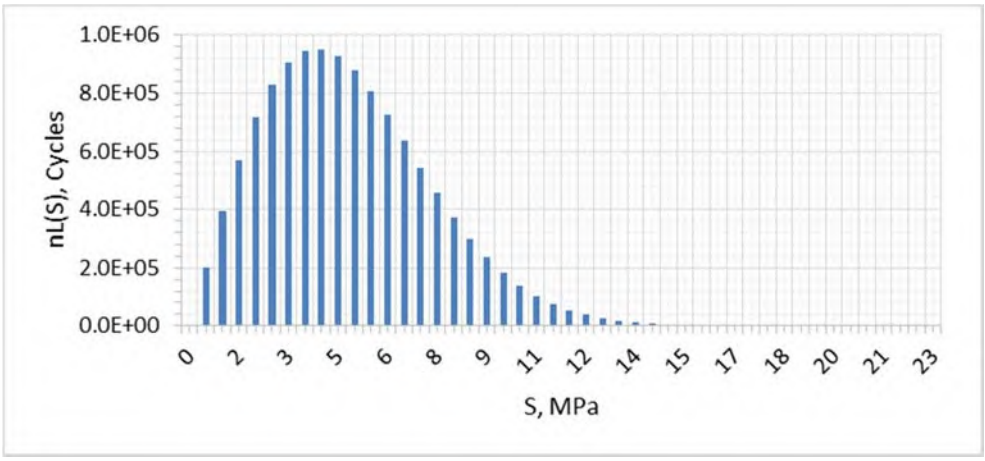
Dari Tabel 4.6 diperoleh nilai *amplitude* rentang tegangan ekstrim yang bertambah besar mengikuti pertambahan tinggi gelombang. Tujuan mencari rentang tegangan ekstrim ini adalah agar menjadi pembatas nilai maksimum tegangan pada distribusi jumlah siklus kejadian *short-term*. Sedangkan untuk nilai jumlah kejadian per detik *short-term* mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya tinggi gelombang. Kejadian *short-term* dan peluang kejadian ditampilkan dalam bentuk distribusi Rayleigh, dimana untuk tiap-tiap *load condition* ditunjukan pada Gambar 4.6 sampai dengan Gambar 4.21. Untuk memastikan distribusi Rayleigh pada Gambar 4.6 sampai Gambar 4.21 telah benar, maka dilakukan uji probabilitas. Jika probabilitasnya tidak sama dengan 1 (satu) maka dilakukan perubahan pada interval rentang tegangan sampai nilai probabilitasnya menjadi 1 (satu).



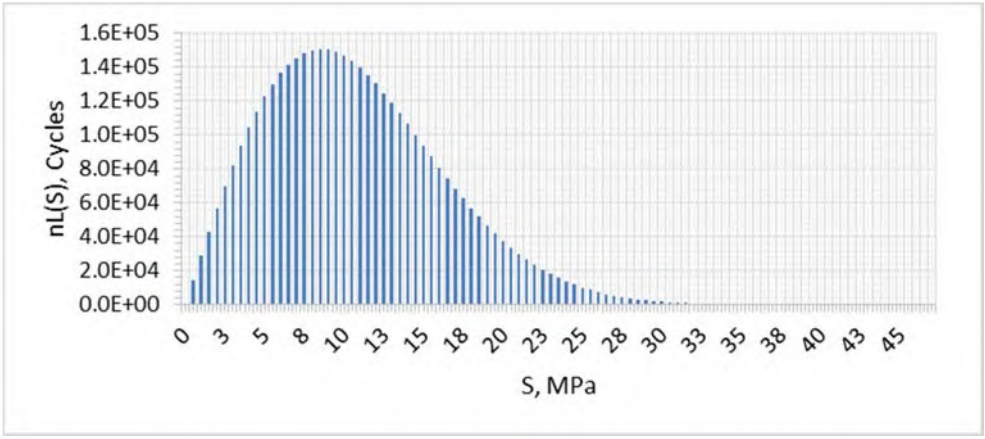
Gambar 4.6: n-cycles pada Hs=0.5 m



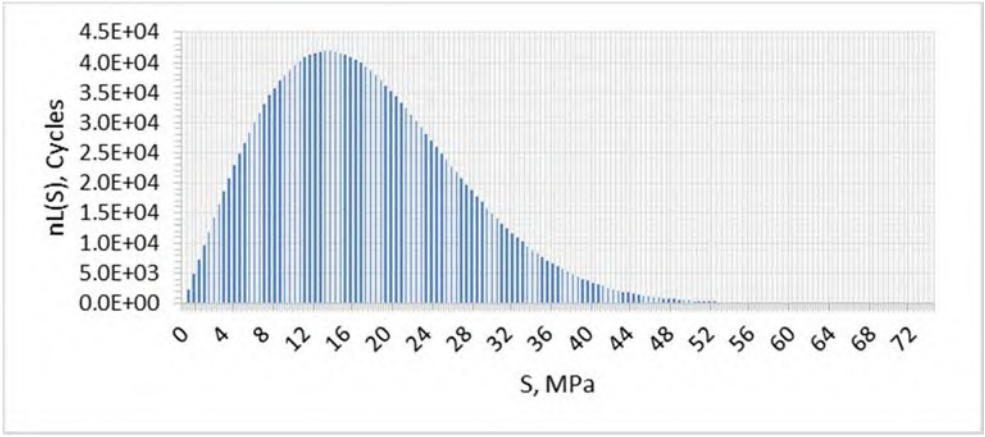
Gambar 4. 7 : n-cycles pada Hs=1 m



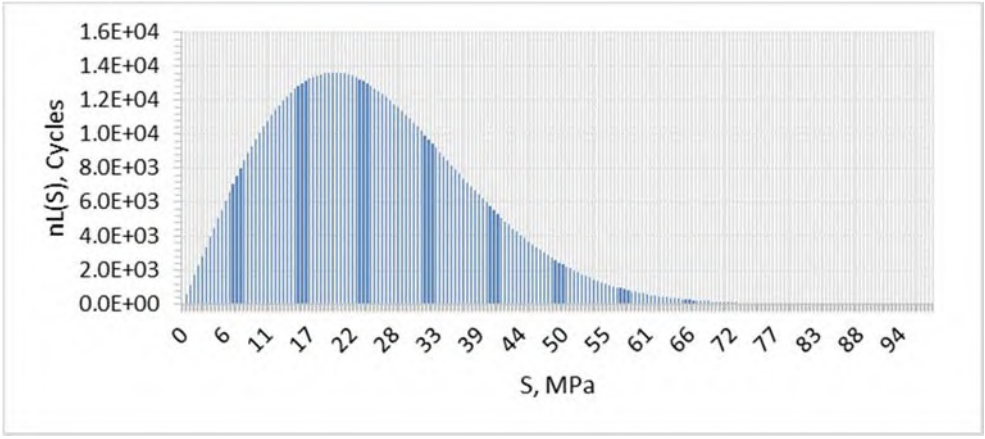
Gambar 4. 8 : n-cycles pada Hs=1.5 m



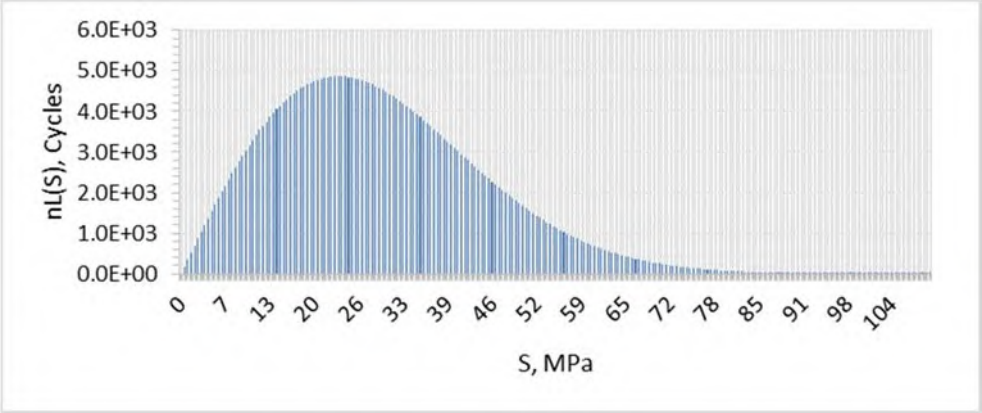
Gambar 4. 9 : n-cycles pada Hs=2 m



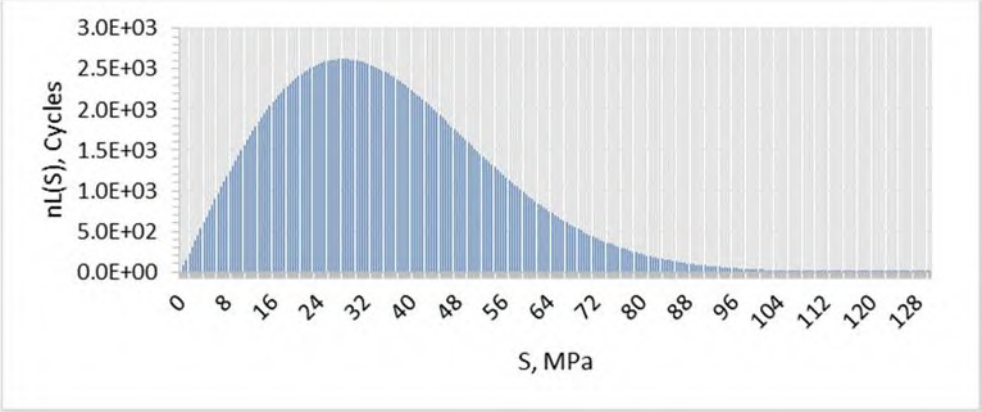
Gambar 4. 10 : n-cycles pada Hs=2.5 m



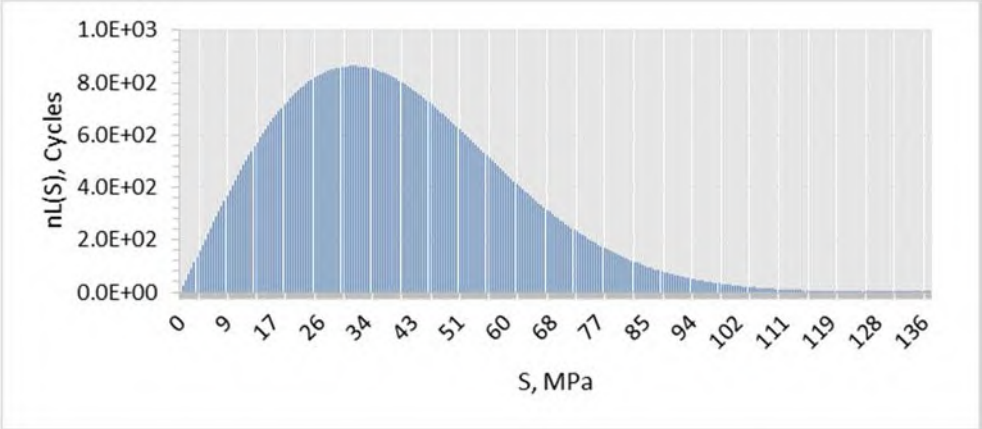
Gambar 4. 11 : n-cycles pada Hs=3 m



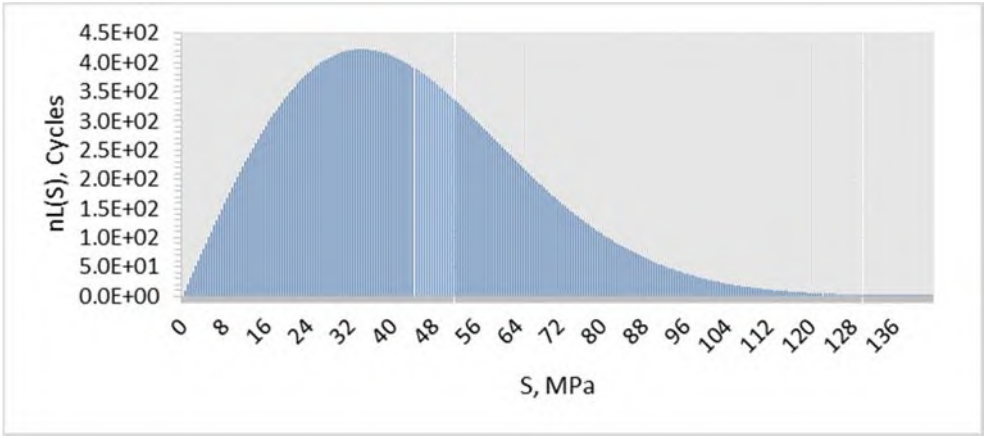
Gambar 4. 12 : n-cycles pada Hs=3.5 m



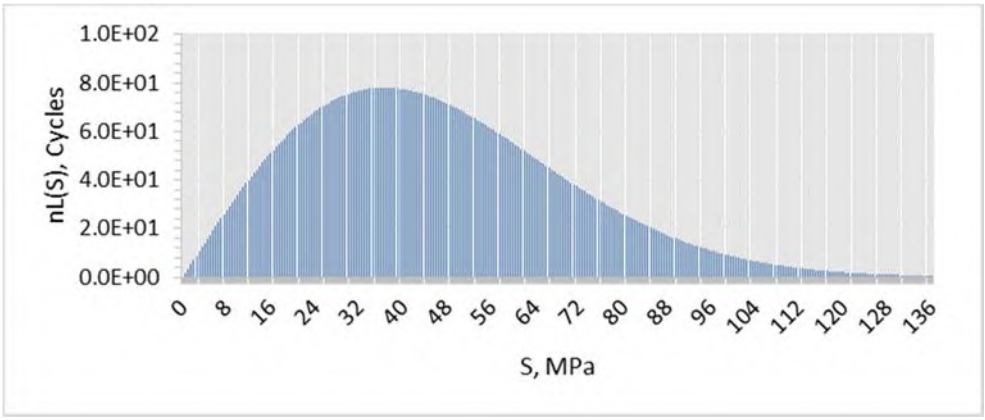
Gambar 4. 13 : n-cycles pada Hs=4 m



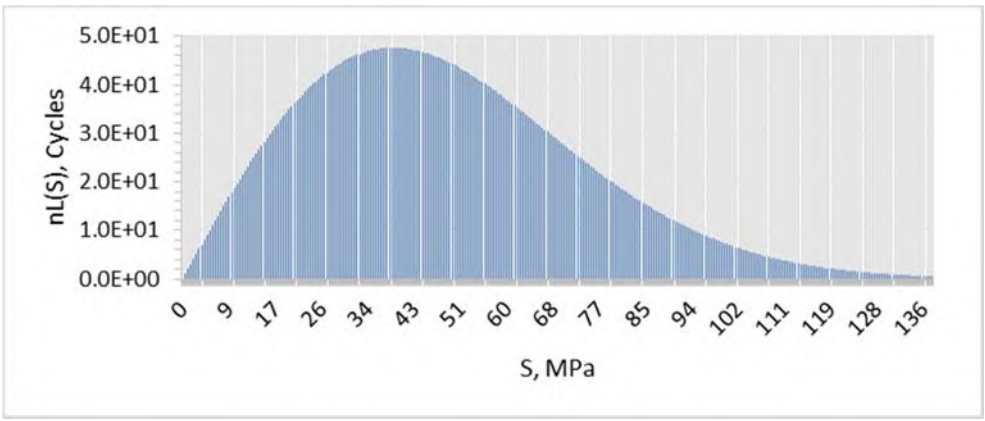
Gambar 4. 14 : n-cycles pada Hs=4.5 m



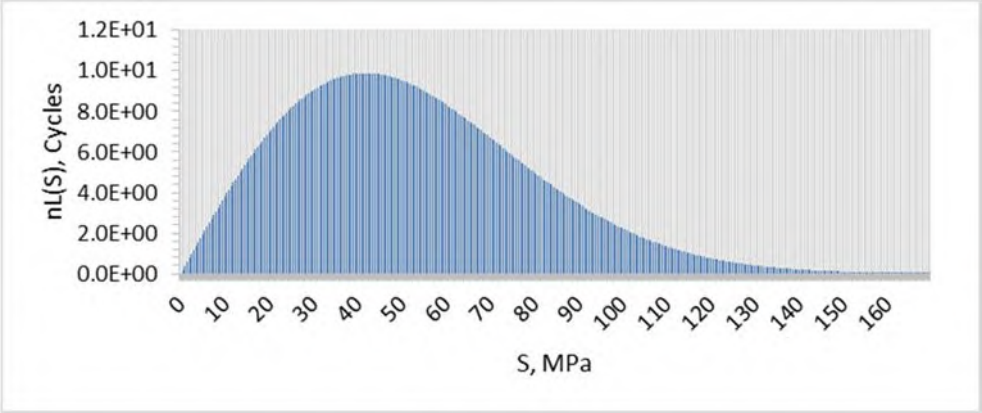
Gambar 4. 15 : n-cycles pada Hs=5 m



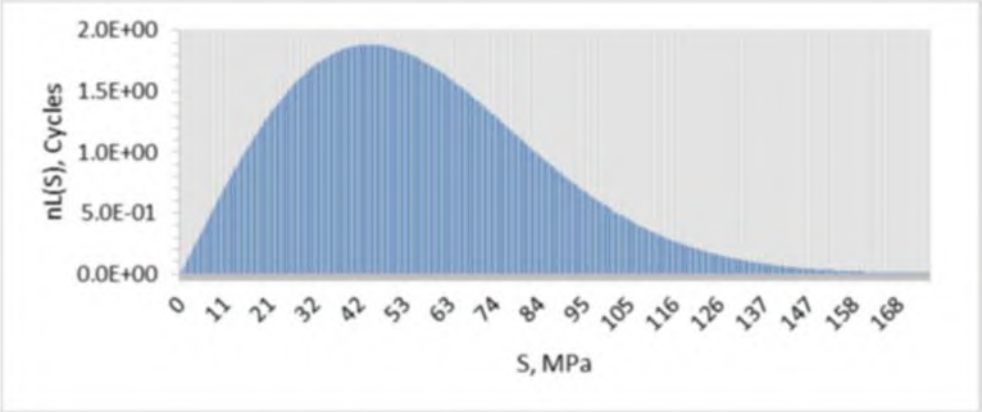
Gambar 4. 16 : n-cycles pada Hs=5.5 m



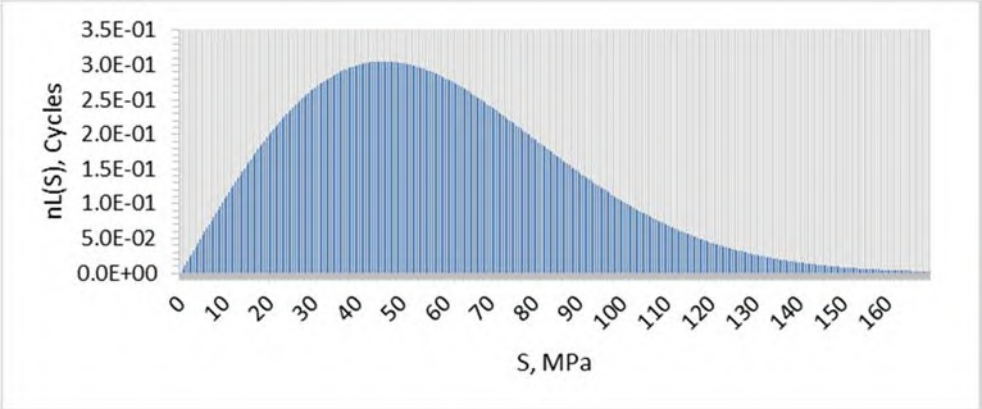
Gambar 4. 17 : n-cycles pada Hs=6 m



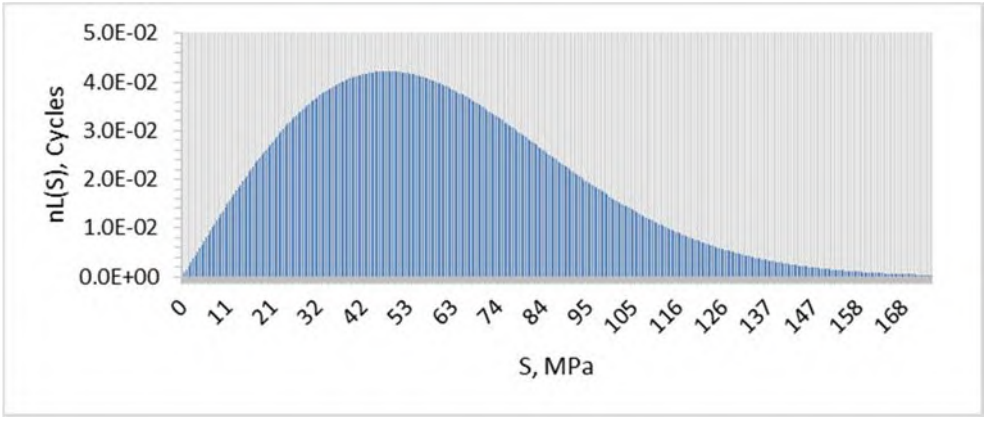
Gambar 4. 18: n-cycles pada Hs=7 m



Gambar 4. 19: n-cycles pada Hs=8 m

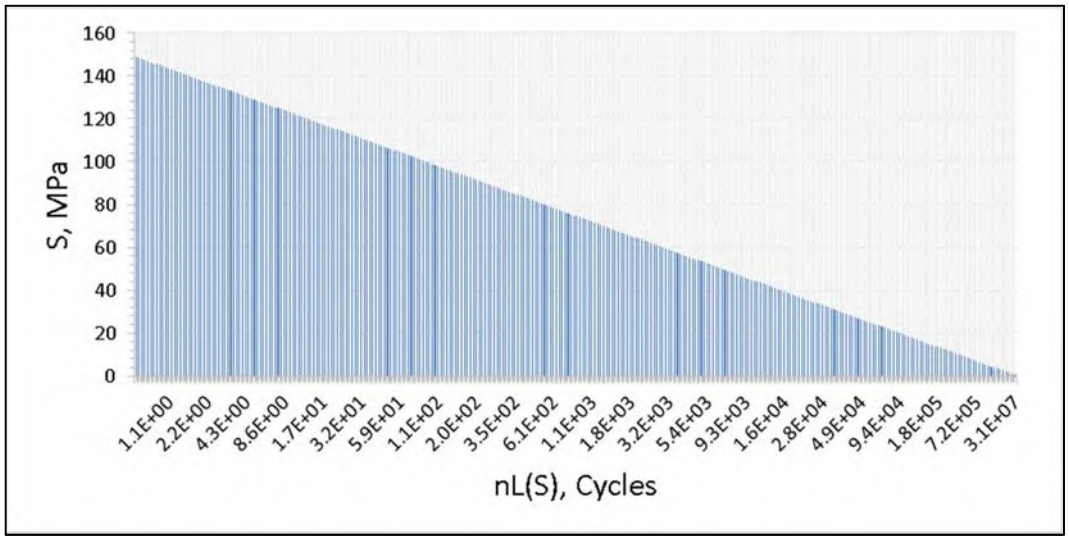


Gambar 4. 20: n-cycles pada Hs=9 m



Gambar 4. 21 : n-cycles pada Hs=10 m

Jumlah kejadian *long-term* diperoleh dengan menjumlahkan seluruh jumlah siklus kejadian *short-term*. Hasil perhitungan jumlah kejadian *long-term* dapat dilihat pada Gambar 4.22 berupa grafik distribusi Weibull.



Gambar 4. 22 : Distribusi Weibull n-Cycles

Distribusi Weibull pada Gambar 4.22 menjukan hubungan antara tegangan dengan jumlah siklus kejadian penyebab terjadinya tegangan. Nilai rentang tegangan semakin besar seiring bertambahnya ketinggian gelombang sebagai *wave loading*. Jumlah siklus kejadian paling besar terjadi pada rentang tegangan rendah. Hal tersebut dikarenakan pada nilai ketinggian gelombang kecil memiliki frekuaensi kejadian lebih besar jika dibandingkan dengan ketinggian gelombang besar. Selain itu, pada ketinggian gelombang kecil membutuhkan lebih banyak kejadian untuk mencapai rentang tegangan yang sama dengan yang dicapai pada

ketinggian gelombang besar. Jumlah kejadian *long-term* ditampilkan dalam Tabel 4.7.

4.6. N-Cycles pada Kurva S-N

Hasil perhitungan *N-Cycles* pada kurva S-N disajikan dalam Tabel 4.7. Nilai *N-Cycles* diperoleh dari proses percobaan pada berbagai jenis sambungan yang umum digunakan pada konstruksi kapal. Dari hasil percobaan tersebut kemudian diperoleh jumlah kejadian penyebab kelelahan pada masing-masing tipe sambungan konstruksi kapal yang direpresentasikan oleh kurva S-N.

4.7. Angka Kerusakan

Angka kerusakan (D) merupakan rasio dari perbandingan antara jumlah siklus kejadian *long-term* n_L*-Cycles* dengan jumlah siklus kejadian penyebab kegagalan struktur. Angka kerusakan (D) adalah sebesar 0.30. Hasil perhitungan lengkap ditampilkan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Angka kerusakan (D)

S	n_L	N	n_L/N
0.50	34,846,940	6,752,000,000,000,000	5.2E-09
1.00	32,341,340	211,000,000,000,000	1.5E-07
1.50	6,961,211	27,786,008,230,453	2.5E-07
2.00	1,550,634	6,593,750,000,000	2.4E-07
2.50	1,140,215	2,160,640,000,000	5.3E-07
3.00	1,162,234	868,312,757,202	1.3E-06
3.50	1,188,610	401,737,371,333	3.0E-06
4.00	1,181,296	206,054,687,500	5.7E-06
4.50	1,137,943	114,345,712,883	1.0E-05
5.00	1,066,697	67,520,000,000	1.6E-05
5.50	976,784	41,924,607,733	2.3E-05
6.00	876,813	27,134,773,663	3.2E-05
6.50	774,438	18,185,099,100	4.3E-05
7.00	675,738	12,554,292,854	5.4E-05
7.50	585,021	8,891,522,634	6.6E-05
8.00	504,875	6,439,208,984	7.8E-05
8.50	436,391	4,755,408,467	9.2E-05
9.00	379,482	3,573,303,528	1.1E-04
9.50	333,242	2,726,869,968	1.2E-04
10.00	296,276	2,110,000,000	1.4E-04
10.50	266,984	1,653,240,211	1.6E-04

11.00	243,769	1,310,143,992	1.9E-04
11.50	225,182	1,049,042,911	2.1E-04
12.00	209,991	847,961,677	2.5E-04
12.50	197,214	691,404,800	2.9E-04
13.00	186,107	568,284,347	3.3E-04
13.50	176,134	470,558,489	3.7E-04
14.00	166,932	392,321,652	4.3E-04
14.50	158,270	329,186,824	4.8E-04
15.00	150,011	277,860,082	5.4E-04
15.50	142,084	235,843,529	6.0E-04
16.00	134,459	201,225,281	6.7E-04
16.50	127,131	172,529,250	7.4E-04
17.00	120,108	148,606,515	8.1E-04
17.50	113,401	128,555,959	8.8E-04
18.00	107,021	111,665,735	9.6E-04
18.50	100,975	97,369,696	1.0E-03
19.00	95,269	85,214,686	1.1E-03
19.50	89,901	74,835,799	1.2E-03
20.00	84,866	65,937,500	1.3E-03
20.50	80,153	58,279,142	1.4E-03
21.00	75,752	51,663,757	1.5E-03
21.50	71,647	45,929,335	1.6E-03
22.00	67,822	40,942,000	1.7E-03
22.50	64,259	36,590,628	1.8E-03
23.00	60,939	32,782,591	1.9E-03
23.50	57,844	29,440,362	2.0E-03
24.00	54,956	26,498,802	2.1E-03
24.50	52,259	23,902,979	2.2E-03
25.00	49,734	21,606,400	2.3E-03
25.50	47,368	19,569,582	2.4E-03
26.00	45,145	17,758,886	2.5E-03
26.50	43,053	16,145,559	2.7E-03
27.00	41,079	14,704,953	2.8E-03
27.50	39,214	13,415,874	2.9E-03
28.00	37,447	12,260,052	3.1E-03
28.50	35,771	11,221,687	3.2E-03
29.00	34,178	10,287,088	3.3E-03
29.50	32,661	9,664,084	3.4E-03
30.00	31,216	9,188,889	3.4E-03
30.50	29,837	8,744,344	3.4E-03
31.00	28,519	8,328,019	3.4E-03
31.50	27,260	7,937,708	3.4E-03
32.00	26,056	7,571,411	3.4E-03
32.50	24,904	7,227,310	3.4E-03
33.00	23,801	6,903,748	3.4E-03

33.50	22,746	6,599,216	3.4E-03
34.00	21,736	6,312,335	3.4E-03
34.50	20,770	6,041,844	3.4E-03
35.00	19,845	5,786,589	3.4E-03
35.50	18,959	5,545,513	3.4E-03
36.00	18,113	5,317,644	3.4E-03
36.50	17,303	5,102,091	3.4E-03
37.00	16,529	4,898,032	3.4E-03
37.50	15,789	4,704,711	3.4E-03
38.00	15,082	4,521,432	3.3E-03
38.50	14,406	4,347,550	3.3E-03
39.00	13,761	4,182,471	3.3E-03
39.50	13,145	4,025,645	3.3E-03
40.00	12,557	3,876,563	3.2E-03
40.50	11,995	3,734,751	3.2E-03
41.00	11,459	3,599,774	3.2E-03
41.50	10,947	3,471,223	3.2E-03
42.00	10,458	3,348,720	3.1E-03
42.50	9,992	3,231,915	3.1E-03
43.00	9,547	3,120,480	3.1E-03
43.50	9,123	3,014,109	3.0E-03
44.00	8,718	2,912,519	3.0E-03
44.50	8,331	2,815,443	3.0E-03
45.00	7,962	2,722,634	2.9E-03
45.50	7,609	2,633,859	2.9E-03
46.00	7,273	2,548,903	2.9E-03
46.50	6,952	2,467,561	2.8E-03
47.00	6,645	2,389,644	2.8E-03
47.50	6,352	2,314,973	2.7E-03
48.00	6,072	2,243,381	2.7E-03
48.50	5,805	2,174,711	2.7E-03
49.00	5,550	2,108,815	2.6E-03
49.50	5,306	2,045,555	2.6E-03
50.00	5,073	1,984,800	2.6E-03
50.50	4,850	1,926,427	2.5E-03
51.00	4,637	1,870,321	2.5E-03
51.50	4,433	1,816,373	2.4E-03
52.00	4,239	1,764,480	2.4E-03
52.50	4,053	1,714,545	2.4E-03
53.00	3,875	1,666,476	2.3E-03
53.50	3,705	1,620,188	2.3E-03
54.00	3,542	1,575,598	2.2E-03
54.50	3,387	1,532,630	2.2E-03
55.00	3,238	1,491,210	2.2E-03
55.50	3,096	1,451,269	2.1E-03

56.00	2,960	1,412,741	2.1E-03
56.50	2,830	1,375,566	2.1E-03
57.00	2,705	1,339,683	2.0E-03
57.50	2,586	1,305,038	2.0E-03
58.00	2,473	1,271,577	1.9E-03
58.50	2,364	1,239,251	1.9E-03
59.00	2,260	1,208,011	1.9E-03
59.50	2,160	1,177,812	1.8E-03
60.00	2,065	1,148,611	1.8E-03
60.50	1,974	1,120,368	1.8E-03
61.00	1,887	1,093,043	1.7E-03
61.50	1,804	1,066,600	1.7E-03
62.00	1,724	1,041,002	1.7E-03
62.50	1,648	1,016,218	1.6E-03
63.00	1,575	992,213	1.6E-03
63.50	1,505	968,959	1.6E-03
64.00	1,438	946,426	1.5E-03
64.50	1,375	924,587	1.5E-03
65.00	1,314	903,414	1.5E-03
65.50	1,255	882,882	1.4E-03
66.00	1,200	862,969	1.4E-03
66.50	1,146	843,649	1.4E-03
67.00	1,095	824,902	1.3E-03
67.50	1,047	806,706	1.3E-03
68.00	1,000	789,042	1.3E-03
68.50	955	771,889	1.2E-03
69.00	913	755,230	1.2E-03
69.50	872	739,047	1.2E-03
70.00	833	723,324	1.2E-03
70.50	796	708,043	1.1E-03
71.00	760	693,189	1.1E-03
71.50	726	678,748	1.1E-03
72.00	693	664,706	1.0E-03
72.50	662	651,048	1.0E-03
73.00	632	637,761	9.9E-04
73.50	604	624,834	9.7E-04
74.00	576	612,254	9.4E-04
74.50	550	600,009	9.2E-04
75.00	525	588,089	8.9E-04
75.50	501	576,482	8.7E-04
76.00	479	565,179	8.5E-04
76.50	457	554,169	8.2E-04
77.00	436	543,444	8.0E-04
77.50	416	532,993	7.8E-04
78.00	397	522,809	7.6E-04

78.50	379	512,882	7.4E-04
79.00	361	503,206	7.2E-04
79.50	345	493,771	7.0E-04
80.00	329	484,570	6.8E-04
80.50	314	475,597	6.6E-04
81.00	299	466,844	6.4E-04
81.50	285	458,304	6.2E-04
82.00	272	449,972	6.0E-04
82.50	259	441,840	5.9E-04
83.00	247	433,903	5.7E-04
83.50	235	426,155	5.5E-04
84.00	224	418,590	5.4E-04
84.50	214	411,203	5.2E-04
85.00	204	403,989	5.0E-04
85.50	194	396,943	4.9E-04
86.00	185	390,060	4.7E-04
86.50	176	383,335	4.6E-04
87.00	168	376,764	4.5E-04
87.50	160	370,342	4.3E-04
88.00	152	364,065	4.2E-04
88.50	145	357,929	4.0E-04
89.00	138	351,930	3.9E-04
89.50	131	346,065	3.8E-04
90.00	125	340,329	3.7E-04
90.50	119	334,720	3.5E-04
91.00	113	329,232	3.4E-04
91.50	107	323,865	3.3E-04
92.00	102	318,613	3.2E-04
92.50	97	313,474	3.1E-04
93.00	92	308,445	3.0E-04
93.50	88	303,523	2.9E-04
94.00	84	298,705	2.8E-04
94.50	79	293,989	2.7E-04
95.00	75	289,372	2.6E-04
95.50	72	284,850	2.5E-04
96.00	68	280,423	2.4E-04
96.50	65	276,086	2.3E-04
97.00	61	271,839	2.3E-04
97.50	58	267,678	2.2E-04
98.00	55	263,602	2.1E-04
98.50	53	259,608	2.0E-04
99.00	50	255,694	2.0E-04
99.50	47	251,859	1.9E-04
100.00	45	248,100	1.8E-04
100.50	43	244,415	1.7E-04

101.00	41	240,803	1.7E-04
101.50	38	237,262	1.6E-04
102.00	37	233,790	1.6E-04
102.50	35	230,386	1.5E-04
103.00	33	227,047	1.4E-04
103.50	31	223,772	1.4E-04
104.00	30	220,560	1.3E-04
104.50	28	217,409	1.3E-04
105.00	27	214,318	1.2E-04
105.50	25	211,285	1.2E-04
106.00	24	208,310	1.1E-04
106.50	23	205,389	1.1E-04
107.00	21	202,524	1.1E-04
107.50	20	199,711	1.0E-04
108.00	19	196,950	9.8E-05
108.50	18	194,239	9.4E-05
109.00	17	191,579	9.0E-05
109.50	16	188,966	8.6E-05
110.00	15	186,401	8.3E-05
110.50	15	183,882	8.0E-05
111.00	14	181,409	7.6E-05
111.50	13	178,979	7.3E-05
112.00	12	176,593	7.0E-05
112.50	12	174,249	6.7E-05
113.00	11	171,946	6.5E-05
113.50	11	169,683	6.2E-05
114.00	10	167,460	5.9E-05
114.50	9	165,276	5.7E-05
115.00	9	163,130	5.5E-05
115.50	8	161,020	5.2E-05
116.00	8	158,947	5.0E-05
116.50	8	156,909	4.8E-05
117.00	7	154,906	4.6E-05
117.50	7	152,937	4.4E-05
118.00	6	151,001	4.2E-05
118.50	6	149,098	4.0E-05
119.00	6	147,226	3.9E-05
119.50	5	145,386	3.7E-05
120.00	5	143,576	3.5E-05
120.50	5	141,797	3.4E-05
121.00	5	140,046	3.2E-05
121.50	4	138,324	3.1E-05
122.00	4	136,630	3.0E-05
122.50	4	134,964	2.8E-05
123.00	4	133,325	2.7E-05

123.50	3	131,712	2.6E-05
124.00	3	130,125	2.5E-05
124.50	3	128,564	2.4E-05
125.00	3	127,027	2.3E-05
125.50	3	125,515	2.2E-05
126.00	3	124,027	2.1E-05
126.50	2	122,562	2.0E-05
127.00	2	121,120	1.9E-05
127.50	2	119,701	1.8E-05
128.00	2	118,303	1.7E-05
128.50	2	116,928	1.6E-05
129.00	2	115,573	1.6E-05
129.50	2	114,240	1.5E-05
130.00	2	112,927	1.4E-05
130.50	2	111,634	1.4E-05
131.00	1	110,360	1.3E-05
131.50	1	109,106	1.2E-05
132.00	1	107,871	1.2E-05
132.50	1	106,654	1.1E-05
133.00	1	105,456	1.1E-05
133.50	1	104,276	1.0E-05
134.00	1	103,113	9.7E-06
134.50	1	101,967	9.2E-06
135.00	1	100,838	8.8E-06
135.50	1	99,726	8.4E-06
136.00	1	98,630	8.0E-06
136.50	1	97,550	7.6E-06
137.00	1	96,486	7.2E-06
137.50	1	95,437	6.9E-06
138.00	1	94,404	6.6E-06
138.50	1	93,385	6.3E-06
139.00	1	92,381	6.0E-06
139.50	1	91,391	5.7E-06
140.00	0	90,415	5.4E-06
Σ			**0.30**

4.8. Umur Kelelahan

Hasil perhitungan umur kelelahan detail struktur sebagai berikut:

$$\text{Umur Kelelahan} = \frac{25 \ \ Tahun}{0.30} = 84 \ \ Tahun$$

Nilai umur kelelahan tersebut tergolong besar sebagai umur kelelahan kapal. Umur kelelahan yang besar tersebut disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Nilai momen inersia penampang *midship* yang besar sebagai konsekuensi dari penyesuaian properties material konstruksi dan adanya konstruksi tambahan pada model Poseidon, yang dilakukan agar model memenuhi ketentuan rules.
2. Berdasarkan probabilitas rute pelayaran kapal, kapal lebih sering melewati kondisi perairan (*sea state*) rendah, sehingga *wave loading* yang bekerja pada kapal menjadi kecil.
3. Berdasarkan data etape pelayaran KRI, dalam satu tahun kapal hanya berlayar selama 60% saja, sehingga beban gelombang yang bekerja pada kapal menjadi berkurang.
4. Tinjauan pembebanan akibat gaya gelombang hanya meninjau satu sudut arah datang gelombang saja serta mengabaikan aspek *loading condition*, sehingga mengurangi gaya yang bekerja pada kapal.

4.9. Studi Komparasi

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya untuk dijadikan bahan studi komparasi adalah penelitian yang dilakukan oleh Wang (2009). Penelitian tersebut berjudul *"Spectral fatigue analysis of a ship structural detail-a practical case study"* yang dimuat dalam *International Journal of Fatigue*. Kapal yang digunakan sebagai objek penelitian berupa *barge*. Hasil umur kelelahan yang diperoleh dalam penelitian tersebut mencapai dua kali *design life* kapal. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan objek kapal korvet mencapai tiga kali *design life* kapal. Sebagaimana yang dikemukakan pada perhitungan angka kerusakan dan umur kelelahan kapal pada sub-bab 4.9, tinjauan yang menyebabkan perbedaan hasil antara lain :

1. Variasi pembebanan

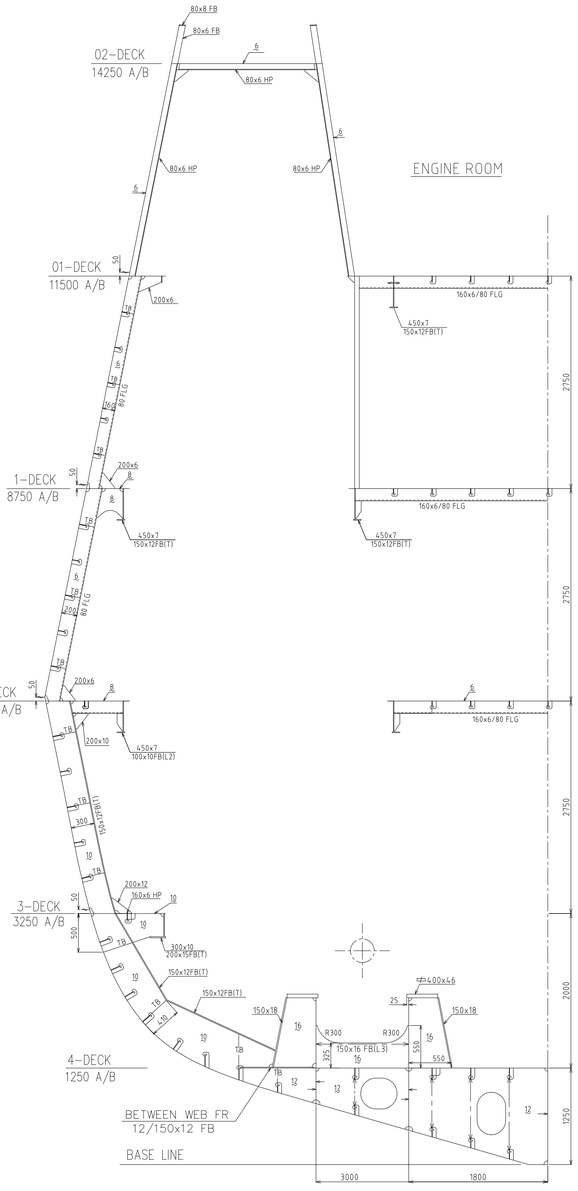
Pada penelitian yang dilakukan oleh Wang (2009), tinjauan beban gelombang berdasarkan *sea state* dengan tinjauan sembilan arah datang

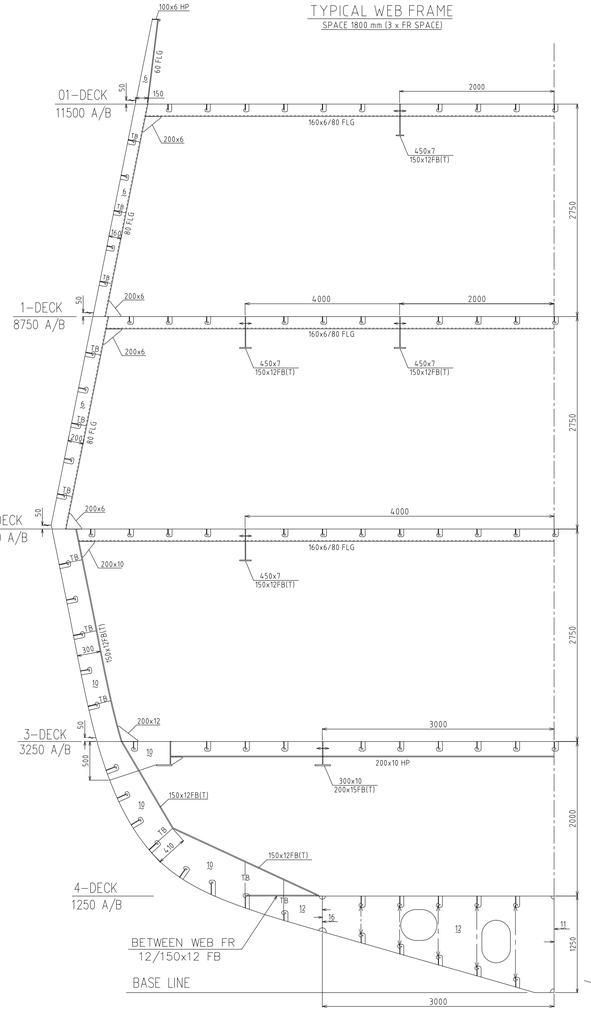
gelombang dan mempertimbangkan *loading condition*. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh penulis hanya meninjau satu arah datang gelombang dan tidak mempertimbangkan *loading condition*.

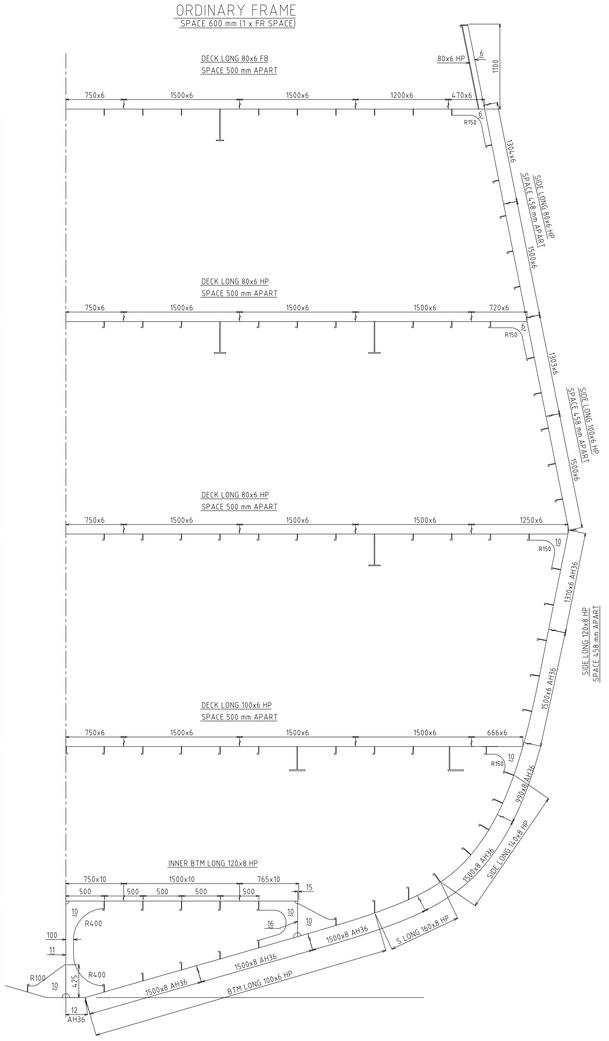
2. Momen inersia

Konstruksi *barge* lebih sederhana jika dibandingkan dengan konstruksi kapal korvet. Hal tersebut mengakibatkan nilai momen inersia pada penampang midship kapal korvet bernilai lebih besar. Momen inersia barge sebesar 3.2 m^4 sedangkan pada kapal korvet sebesar 5.61 m^4. Semakin tinggi nilai momen inesia, maka semakin kuat konstruksi kapal tersebut dan semakin panjang umur kelelahannya.

LAMPIRAN A
GAMBAR PENAMPANG MIDSHIP







GENERAL REMARKS

ALL MATERIAL TO BE GRADE 'A' U.N.O.
OVERFLOW FRESHWATERTANKS: 7000mm A/B
OVERFLOW REST OF TANKS: 9750mm A/B

MAIN CHARACTERISTICS

SPACING BETWEEN TRANSVERSES	1.80 M
FRAMESPACING	0.60 M
SPACING OF LONGITUDINAL FRAMING	0.500 M

100A1 SSC, MONO PATROL G6 LMC

EQUIPMENT NO.=472, EQUIPMENT LETTER 'N'
TWO HIGH HOLDING TYPE ANCHORS 1080KG EACH MINIMUM

PRINCIPALCHARACTERISTICS

LENGTH OA	=	106.00 M
LENGTH 2-DECK	=	101.76 M
LENGTH WL (DRAUGHT 3.60 M	=	98.93 M
BREADTH MAXIMUM MLD	=	14.00 M
BREADTH WL (DRAUGHT 3.60 M)	=	12.95 M
DEPTH 1 DECK	=	8.75 M
DESIGN DRAUGHT	=	3.60 M
SPEED	=	25.00 Kn

NO	DATE	SHEET	MODIFICATION	BY

OWNER	PROJECT NAME: KAPAL PERANG NASIONAL 106 M	ISSUED DATE: 04/07/2013
CLASS: BKI	PROJECT NO: - / BUILDING NO: -	DRAWN BY: –
SHIPYARD	DRAWING TITLE: MIDSHIP SECTION	DESIGNED BY: HDN
		CHECCKED BY: IMR
SCALE: 1 : 40		APPROVED BY: TRI
SIZE: A1	DRAWING NO : H - 12 - 002	SHEET: 1 OF 1 / REVISION: 0 1 2 3 4

CERTIFICATE NUMBER : QS- 2905

DESIGN CONSULTANT :

TERAFULK MEGANTARA DESIGN

OFFICE : WISMA BII 7th FLOOR Suite 706 Surabaya
Phone : (62) 31 5459519 Fax : (62) 31 5459539
Email : info@terafulk.com
www.terafulk.com

THIS DOCUMENT AND THE INFORMATION IT CONTAINS IS COPYRIGHT AND REMAINS THE PROPERTY OF PT TERAFULK MEGANTARA DESIGN IT IS NOT TO BE COPIED IN WHOLE OR IN PART OR DISCLOSED TO ANY THIRD PARTY FOR ANY PURPOSE WHATEVER WITHOUT PRIOR PERMISSION IN WRITING.

LAMPIRAN B

ETAPE PELAYARAN KRI

ETAPE PELAYARAN KRI

Etape pelayaran diukur menggunakan software ECDIS dengan keterangan sebagai berikut :

a. Etape I (Pkl. Jakarta – Pkl. Surabaya) :
   1) Jarak tempuh : 421,46 Nm
   2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
   3) Waktu tempuh : 1 Hari 18 Jam 46 Menit
   4) Sandar : 1 Hari
   5) Lego jangkar : 1 Hari
   6) Sektor Operasi : 2

b. Etape II (Pkl. Surabaya – Makasar) :
   1) Jarak tempuh : 451,44 Nm
   2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
   3) Waktu tempuh : 1 Hari 14 Jam 35 Menit
   4) Sandar : 1 Hari
   5) Lego jangkar : 1 Hari
   6) Sektor Operasi : 1

a. Etape III (Pkl. Jakarta – Makassar – Balikpapan) :
   1) Jarak tempuh : 1.102,74 Nm
   2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
   3) Waktu tempuh : 4 Hari 14 Jam 17 Menit
   4) Sandar : 2 Hari
   5) Lego jangkar : 1 Hari
   6) Sektor Operasi : 1

a. Etape IV (Pkl. Surabaya – Makassar – Tarakan) :
   1) Jarak tempuh : 1.046,81 Nm
   2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
   3) Waktu tempuh : 4 Hari 8 Jam 41 Menit
   4) Sandar : 2 Hari
   5) Lego jangkar : Nihil
   6) Sektor Operasi : 1

b. Etape V (Pkl. Surabaya – Makassar – Nunukan) :
   1) Jarak tempuh : 1.089,29 Nm
   2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
   3) Waktu tempuh : 4 Hari 12 Jam 55 Menit
   4) Sandar : 2 Hari
   5) Lego jangkar : Nihil
   6) Sektor Operasi : 1

c. Etape VI (Pkl. Jakarta – Balikpapan – Manado) :
   1) Jarak tempuh : 1.519,62 Nm
   2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots

3) Waktu tempuh : 6 Hari 7 Jam 58 Menit
4) Sandar : 2 Hari
5) Lego jangkar : 1 Hari
6) Sektor Operasi : 1

d. Etape VII (Pkl. Jakarta – Surabaya – Kupang) :
1) Jarak tempuh : 1.182,06 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 4 Hari 22 Jam 12 Menit
4) Sandar : 2 Hari
5) Lego jangkar : Nihil
6) Sektor Operasi : 3

e. Etape VIII (Pkl. Surabaya – Makassar – Ambon – Tual) :
1) Jarak tempuh : 1.361,06 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 5 Hari 16 Jam 6 Menit
4) Sandar : 3 Hari
5) Lego jangkar : 1 Hari
6) Sektor Operasi : 7

f. Etape IX (Pkl. Jakarta – Makassar – Ambon) :
1) Jarak tempuh : 1.411,90 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 5 Hari 21 Jam 11 Menit
4) Sandar : 1 Hari
5) Lego jangkar : 1 Hari
6) Sektor Operasi : 4

g. Etape X (Pkl. Jakarta – Makassar – Ambon – Sorong) :
1) Jarak tempuh : 1.775,13 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 7 Hari 9 Jam 30 Menit
4) Sandar : 3 Hari
5) Lego jangkar : 2 Hari
6) Sektor Operasi : 6

h. Etape XI (Pkl. Jakarta – Makassar – Balikpapan – Kwandang) :
1) Jarak tempuh : 1.528,54 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 6 Hari 8 Jam 51 Menit
4) Sandar : 3 Hari
5) Lego jangkar : 1 Hari
6) Sektor Operasi : 1

i. Etape XII (Pkl. Jakarta – Pkl. Surabaya – Ambon – Biak – Jayapura) :
1) Jarak tempuh : 2.345,87 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 9 Hari 18 Jam 35 Menit

4) Sandar : 4 Hari
5) Lego jangkar : Nihil
6) Sektor Operasi : 6

j. Etape XIII (Pkl. Jakarta – Pkl. Surabaya – Ambon – Biak) :
1) Jarak tempuh : 2.045,05 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 8 Hari 12 Jam 30 Menit
4) Sandar : 3 Hari
5) Lego jangkar : Nihil
6) Sektor Operasi : 5

k. Etape XIV (Pkl. Jakarta – Makassar – Biak – Fani) :
1) Jarak tempuh : 2.041,77 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 8 Hari
4) Sandar : 3 Hari 12 Jam 10 Menit
5) Lego jangkar : Nihil
6) Sektor Operasi : 6

l. Etape XV (Jakarta – Surabaya) :
1) Jarak tempuh : 1.883,26 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 7 Hari 20 Jam 20 Menit
4) Sandar : 3 Hari
5) Lego jangkar : Nihil
6) Sektor Operasi : 6

m. Etape XVI (Pkl. Jakarta – Makassar – Biak – Fanildo) :
1) Jarak tempuh : 2.383,83 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 9 Jam
4) Sandar : 3 Hari
5) Lego jangkar : 1 Hari
6) Sektor Operasi : 6

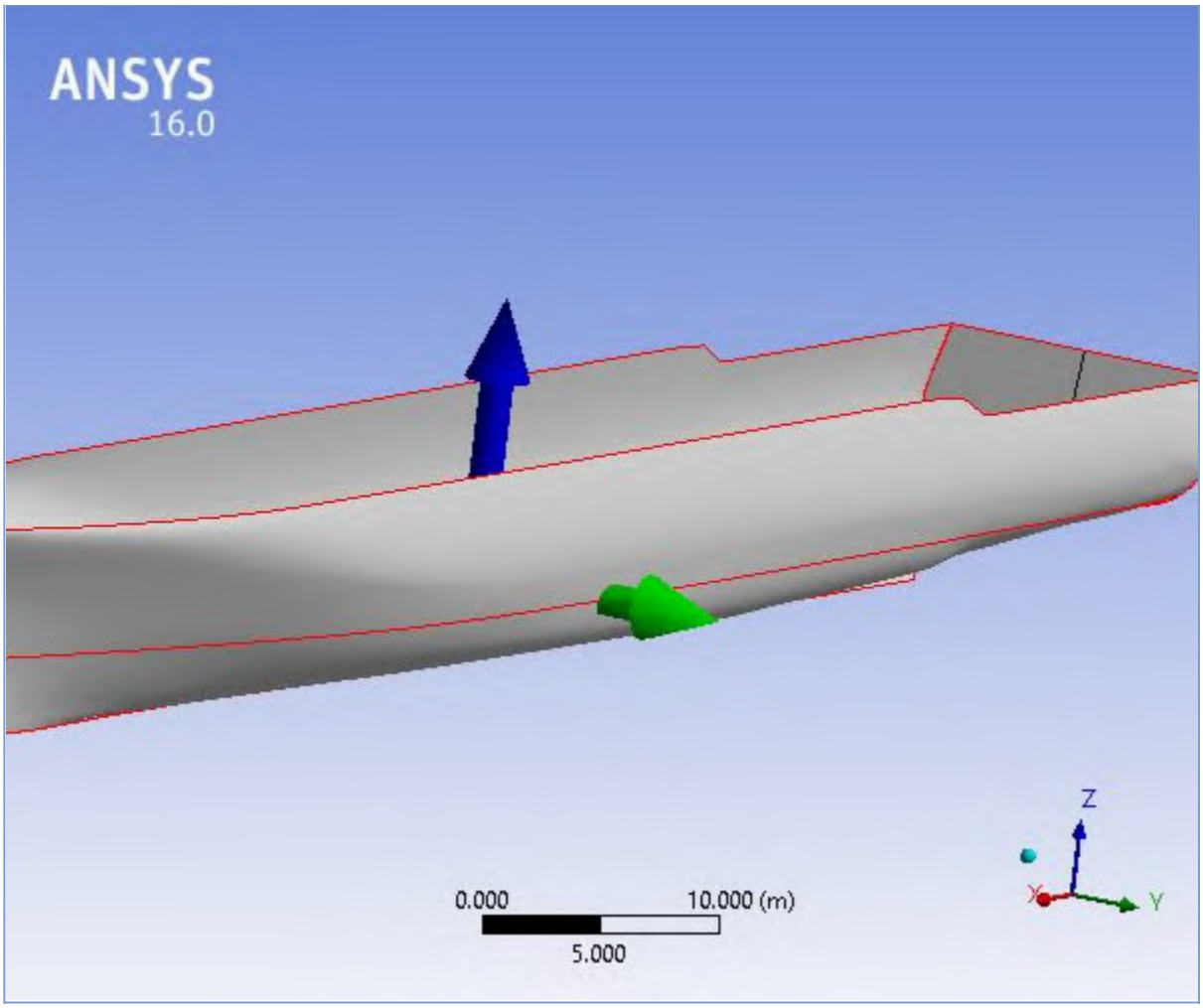
n. Etape XVII (Pkl. Jakarta – Pkl. Surabaya – Dana Rote) :
1) Jarak tempuh : 1.178,40 Nm
2) Kecepatan rata-rata : 10 Knots
3) Waktu tempuh : 4 Hari
4) Sandar : 2 Hari
5) Lego jangkar : 1 Hari
6) Sektor Operasi : 3

LAMPIRAN C

OUT PUT ANSYS AQWA

Project

Name	Project
Data Folder Root	D:\kadafi\AQWA\Untuk Mas Khadafi_files\dp0\AQW\AQW
Date of Creation	28/02/2016 17:28:56
Last Modified	7/17/2016 12:26:49 PM
Global Control	50
Geometric Features	50
Connections	50
Environment Features	50
Product Version	16.0 RELEASE



You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com) 25/2016

Contents

- Units
- Model (A3)
  - Geometry
    - Corvette 106m
      - Bottom Transom
      - Right
      - Left
      - Top
      - Corvette 106m Axes
      - Point Mass
  - Connections
    - Catenary Data
  - Mesh
  - Hydrodynamic Diffraction (A4)
    - Analysis Settings
    - Gravity
    - Structure Selection
    - Wave Directions
    - Wave Frequencies
    - Solution (A5)
      - SF/BM (RAO) (Force/Moment vs Frequency)
      - SF/BM (RAO) (Phase Angle vs Frequency)

Units

TABLE 1

Length	Metre
Mass	Kilograms
Rotational Velocity	Degrees
Force	Newton
Frequency	Radians per Second
Time	Second

Model (A3)

Geometry

TABLE 2
Model (A3) > Geometry

Object Name	*Geometry*
State	Fully Defined
Details of Geometry	
Attached Assembly Name	E:\ITS\Sem 8.Genap 15-16\TUGAS AKHIR (6)\Aqwa\Bismillah Rian Coba+transom 28-02-2016_files\dp0\AQW\DM\AQW.agdb
Sea Geometry	
Water Depth	1000 m
Water Density	1025 kg/m³

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Water Size X	1000 m
Water Size Y	1000 m
Import Preferences	
Import Solid Bodies	No
Import Surface Bodies	Yes
Import Line Bodies	Yes

Corvette 106m

TABLE 3
Model (A3) > Geometry > Part

Object Name	*Corvette 106m*
State	Fully Defined
Details of Corvette 106m	
Part Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Total Structural Mass	2355000 kg
X Position of COG	0.0 m
Y Position of COG	0.0 m
Z Position of COG	0.0 m
Generate Internal Lid	No
Current Calculation Depth	0.0 m
Fixity Options	
Structure Fixity	Structure is Free to Move
Force Factors	
Drag Factor	1
Mass Factor	1
Slam Factor	0.0
Advanced Options	
Submerged Structure Detection	Program Controlled
Override Calculated GMX	No
Override Calculated GMY	No
Non-Linear Roll Damping	
Non-Linear Roll Damping	Excluded from Calculations

TABLE 4
Model (A3) > Geometry > Corvette 106m > Body

Object Name	*Bottom Transom*
State	Fully Defined
Details of Bottom Transom	
Body Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Structure Type	Physical Geometry
Surface Type	Program Controlled

TABLE 5
Model (A3) > Geometry > Corvette 106m > Body

Object Name	*Right*
State	Fully Defined
Details of Right	
Body Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com) 25/2016

Structure Type	Physical Geometry
Surface Type	Program Controlled

TABLE 6
Model (A3) > Geometry > Corvette 106m > Body

Object Name	*Left*
State	Fully Defined
Details of Left	
Body Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Structure Type	Physical Geometry
Surface Type	Program Controlled

TABLE 7
Model (A3) > Geometry > Corvette 106m > Body

Object Name	*Top*
State	Fully Defined
Details of Top	
Body Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
Structure Type	Physical Geometry
Surface Type	Program Controlled

TABLE 8
Model (A3) > Geometry > Corvette 106m > Axes

Object Name	*Corvette 106m Axes*
State	Fully Defined
Details of Corvette 106m Axes	
Visibility	Visible
Alignment Method	Global Axes
Rotation About Global Z	0.0°
Rotation About Local Y	0.0°
Rotation About Local X	0.0°
Unit Vector X	[1, 0.0, 0.0]
Unit Vector Y	[0.0, 1, 0.0]
Unit Vector Z	[0.0, 0.0, 1]

TABLE 9
Model (A3) > Geometry > Corvette 106m > Point Mass

Object Name	*Point Mass*
State	Fully Defined
Details of Point Mass	
Visibility	Visible
Suppressed	Not Suppressed
X	0.0 m
Y	0.0 m
Z	0.0 m
Mass Definition	Manual
Mass	2355000 kg
Define Inertia Values by	via Radius of Gyration
Kxx	4.48 m
Kyy	30.74 m
Kzz	30.74 m

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Ixx	47265792 kg.m²
Ixy	0.0 kg.m²
Ixz	0.0 kg.m²
Iyy	2225351598 kg.m²
Iyz	0.0 kg.m²
Izz	2225351598 kg.m²

Connections

TABLE 10
Model (A3) > Connections

Object Name	*Connections*
State	Fully Defined
Details of Connections	

TABLE 11
Model (A3) > Connections > Catenary Data

Object Name	*Catenary Data*
State	Fully Defined
Details of Catenary Data	

Mesh

TABLE 12
Model (A3) > Mesh

Object Name	*Mesh*
State	Meshed
Details of Mesh	
Defaults	
Global Control	Basic Controls
Mesh Parameters	
Defeaturing Tolerance	0.001 m
Max Element Size	1.22 m
Max Allowed Frequency	3.103 rad/s
Meshing Type	Program Controlled
Generated Mesh Information	
Number of Nodes	5674
Number of Elements	5085
Number of Diff Nodes	2675
Number of Diff Elements	2372

Hydrodynamic Diffraction (A4)

TABLE 13
Model (A3) > Analysis

Object Name	*Hydrodynamic Diffraction (A4)*
State	Solved
Details of Hydrodynamic Diffraction	
Analysis Type	Hydrodynamic Diffraction/Radiation

TABLE 14
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Analysis Settings

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

Object Name	*Analysis Settings*
State	Fully Defined
Details of Analysis Settings	
Parallel Processing	Program Controlled
Generate Wave Grid Pressures	Yes
Wave Grid Size Factor	2.5
Common Analysis Options	
Ignore Modelling Rule Violations	Yes
Calculate Extreme Low/High Frequencies	Yes
Calculate Drift Coefficients	Yes
Include Multi-Directional Wave Interaction	No
Near Field Solution	Program Controlled
Linearized Morison Drag	No
QTF Options	
Calculate Full QTF Matrix	No
Output File Options	
Full QTF Matrix	No
Field Point Wave Elevation	Yes
Source Strengths	No
Potentials	No
Centroid Pressures	No
Element Properties	No
ASCII Hydrodynamic Database	No
Example of Hydrodynamic Database	No

TABLE 15
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Gravity

Object Name	*Gravity*
State	Fully Defined
Details of Gravity	
Gravity	9.80665 m/s²

TABLE 16
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Structure Selection

Object Name	*Structure Selection*
State	Fully Defined
Details of Structure Selection	
Structures to Exclude	None
Group of Structures	
Interacting Structure Groups	None
Structure Ordering	
Structure 1	Corvette 106m

TABLE 17
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Wave Direction

Object Name	*Wave Directions*
State	Fully Defined
Details of Wave Directions	
Type	Single Direction, Forward speed
Forward Speed	15.43332 m/s
Wave Direction	180°

TABLE 18

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com) 25/2016

Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Wave Frequency

Object Name	*Wave Frequencies*
State	Fully Defined
Details of Wave Frequencies	
Intervals Based Upon	Frequency
Frequency/Period Definition	
Range	Manual Definition
Definition Type	Range
Lowest Frequency Definition	Manual Definition
Lowest Frequency	0.2 rad/s
Longest Period	31.41593 s
Highest Frequency Definition	Manual Definition
Highest Frequency	2 rad/s
Shortest Period	3.14159 s
Number of Intermediate Values	17
Interval Frequency	0.1 rad/s
Additional Frequencies A	
Additional Range	None
Additional Frequencies B	
Additional Range	None
Additional Frequencies C	
Additional Range	None
Additional Frequencies D	
Additional Range	None

Solution (A5)

TABLE 19
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	*SF/BM (RAO) (Force/Moment vs Frequency)*
State	Solved
Details of SF/BM (RAO) (Force/Moment vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Force/Moment vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	Corvette 106m
Type	SF/BM (RAO)
SubType	Amplitude
Component	Global RZ
Direction	180°
Position	0.0 m
Neutral Axis	0.0 m
Position of Min in X	0.5
Position of Max in X	1.4
Minimum Value	12870.204
Maximum Value	897129.063
Line B	
Structure	Corvette 106m
Type	SF/BM (RAO)
SubType	Amplitude

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com) 25/2016

Component	Global RY
Direction	180°
Position	0.0 m
Neutral Axis	0.0 m
Position of Min in X	1.3
Position of Max in X	0.7
Minimum Value	3722636.75
Maximum Value	71775576
Line C	
Structure	Undefined...
Line D	
Neutral Axis	0.0 m

FIGURE 1
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > SF/BM (RAO) (Force/Moment vs Frequency)

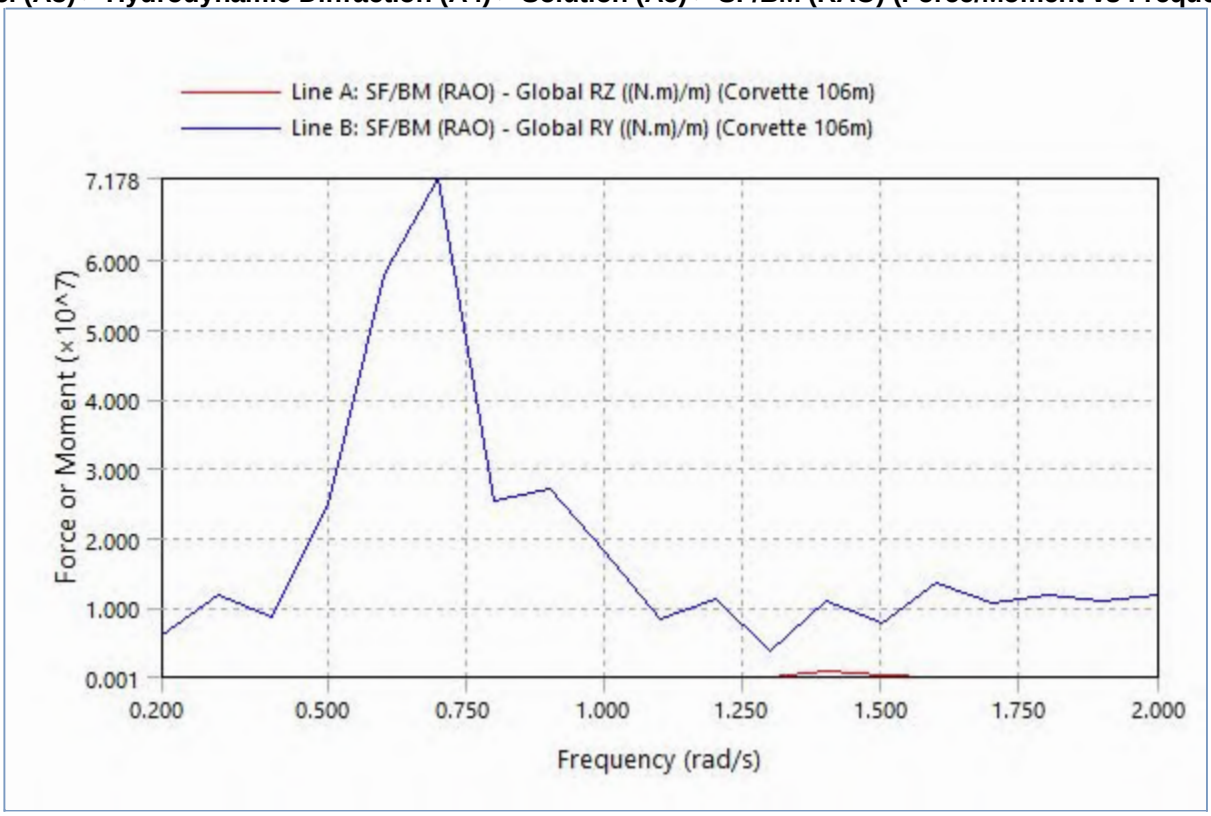


TABLE 20
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > SF/BM (RAO) (Force/Moment vs Frequency)

	Line A ((N.m)/m)	Line B ((N.m)/m)
0.2 rad/s	23137.9765625	6101288
0.3 rad/s	21344.033203125	11876770
0.4 rad/s	13450.21875	8547585
0.5 rad/s	12870.2041015625	24849528
0.6 rad/s	74404.34375	58020464
0.7 rad/s	44880.71484375	71775576
0.8 rad/s	14868.8603515625	25484290
0.9 rad/s	30608.455078125	27061984
1 rad/s	77399.828125	18068486
1.1 rad/s	91291.3984375	8467950

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com) 25/2016

1.2 rad/s	60239.828125	11174869
1.3 rad/s	81833.25	3722636.75
1.4 rad/s	897129.0625	10902229
1.5 rad/s	201987.984375	7850155
1.6 rad/s	58923.21484375	13464582
1.7 rad/s	46356.79296875	10725461
1.8 rad/s	105146.1875	11960115
1.9 rad/s	75984.1015625	11092611
2 rad/s	89331.0546875	11896909

TABLE 21
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > Hydrodynamic Graph Results

Object Name	*SF/BM (RAO) (Phase Angle vs Frequency)*
State	Solved
Details of SF/BM (RAO) (Phase Angle vs Frequency)	
Presentation Method	Line
Axes Selection	Phase Angle vs Frequency
Frequency or Period Scale	Frequency
Export CSV File	Select CSV File...
Line A	
Structure	Corvette 106m
Type	SF/BM (RAO)
Component	Global RZ
Direction	180°
Position	0.0 m
Neutral Axis	0.0 m
Position of Min in X	0.5
Position of Max in X	0.6
Minimum Value	-178.355
Maximum Value	179.818
Line B	
Structure	Corvette 106m
Type	SF/BM (RAO)
Component	Global RY
Direction	180°
Position	0.0 m
Neutral Axis	0.0 m
Position of Min in X	1.7
Position of Max in X	0.9
Minimum Value	-153.184
Maximum Value	174.996
Line C	
Structure	Undefined...

FIGURE 2
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > SF/BM (RAO) (Phase Angle vs Frequency)

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com) 25/2016

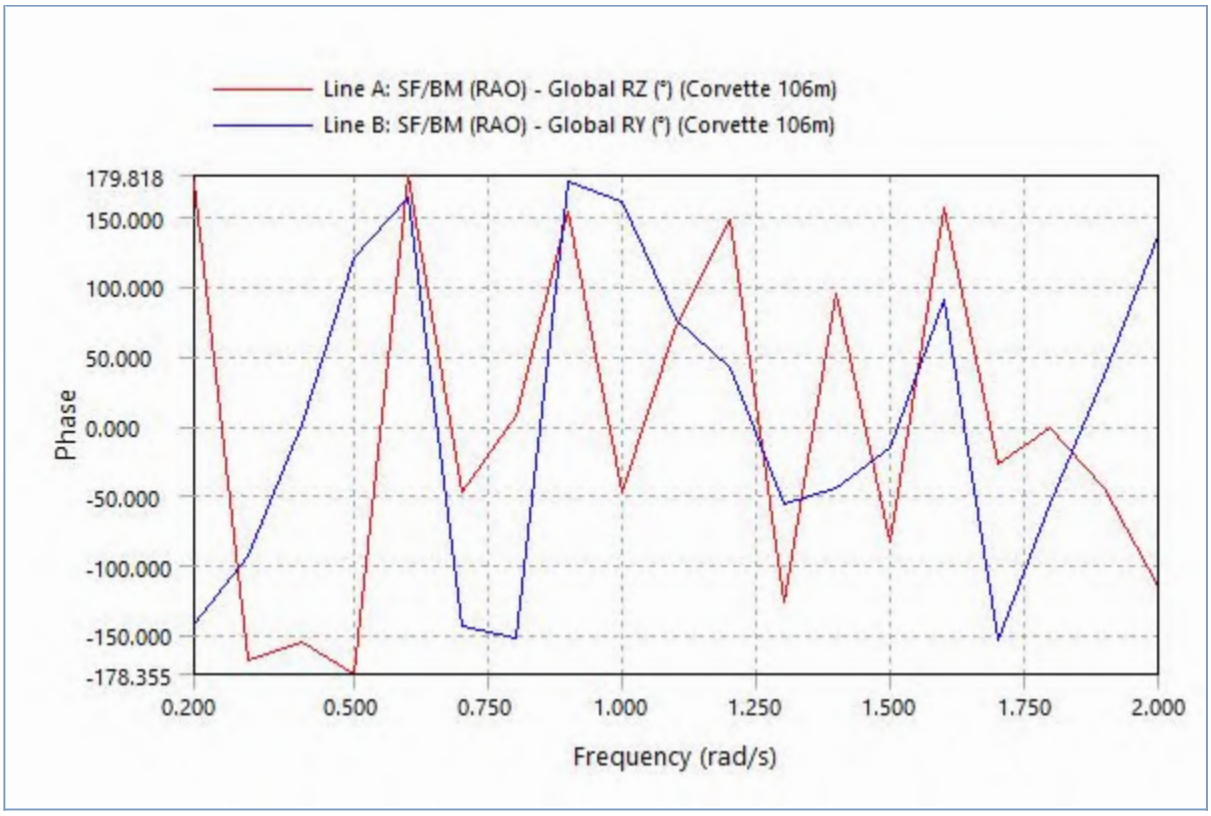


TABLE 22
Model (A3) > Hydrodynamic Diffraction (A4) > Solution (A5) > SF/BM (RAO) (Phase Angle vs Frequency)

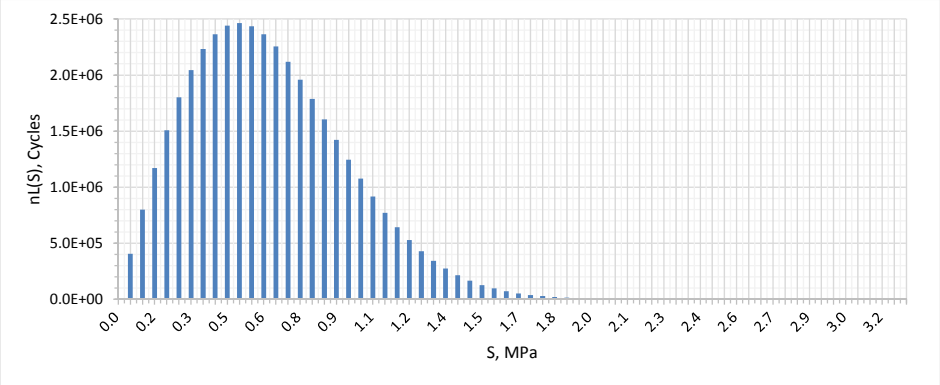
	Line A (°)	Line B (°)
0.2 rad/s	175.702627568103	-142.680657346329
0.3 rad/s	-167.700241332732	-93.1065637842967
0.4 rad/s	-155.701265527177	1.61208654095068
0.5 rad/s	-178.355049570007	121.306645848284
0.6 rad/s	179.81761163736	163.594764886799
0.7 rad/s	-47.1192757630052	-144.177602585964
0.8 rad/s	7.45903017274384	-152.762549316023
0.9 rad/s	154.436369134404	174.995539064466
1 rad/s	-47.1697508609716	160.816872309842
1.1 rad/s	72.033005477652	76.3961303194562
1.2 rad/s	147.936310327735	42.3792679129889
1.3 rad/s	-126.254653449095	-55.9984909481705
1.4 rad/s	94.4893219213875	-44.673316719332
1.5 rad/s	-84.0647593610339	-15.8219778255309
1.6 rad/s	156.793371794328	89.9668146153011
1.7 rad/s	-26.656338075707	-153.183698780246
1.8 rad/s	-0.746047529136183	-56.0154400625959
1.9 rad/s	-44.6193616399834	36.6243724994842
2 rad/s	-114.553924683838	137.36816353065

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com) 25/2016

LAMPIRAN D

SPECTRAL FATIGUE CALCULATION

1	Hs	=	0.5	m	
2	m_0	=	0.24650		
3	m_2	=	0.74048		
4	S_{ext}	=	1.99	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n_0	=	0.28	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	130,486,710	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	40,316,342	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m^2)	Ss(ω) (MPa^2/(rad/s))	Ss(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Ss(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00000	4	6.49	42.08	0.00000	0.00000	0.00000
0.4	0.00000	2	4.67	21.79	0.00000	0.00000	0.00000
0.5	0.00000	4	13.57	184.21	0.00000	0.00000	0.00000
0.6	0.00000	2	31.69	1004.23	0.00000	0.00000	0.00000
0.7	0.00000	4	39.20	1536.82	0.00000	0.00000	0.00000
0.8	0.00000	2	13.92	193.74	0.00000	0.00000	0.00000
0.9	0.00000	4	14.78	218.47	0.00000	0.00001	0.00001
1.0	0.00000	2	9.87	97.39	0.00030	0.00060	0.00060
1.1	0.00010	4	4.63	21.40	0.00211	0.00846	0.01023
1.2	0.00078	2	6.10	37.26	0.02895	0.05790	0.08338
1.3	0.00269	4	2.03	4.14	0.01115	0.04459	0.07536
1.4	0.00569	2	5.96	35.47	0.20167	0.40334	0.79054
1.5	0.00879	4	4.29	18.40	0.16180	0.64719	1.45617
1.6	0.01114	2	7.35	54.08	0.60242	1.20485	3.08441
1.7	0.01238	4	5.86	34.32	0.42489	1.69956	4.91172
1.8	0.01261	2	6.53	42.67	0.53820	1.07640	3.48755
1.9	0.01212	4	6.06	36.71	0.44486	1.77945	6.42381
2.0	0.01119	1	6.50	42.22	0.47265	0.47265	1.89060

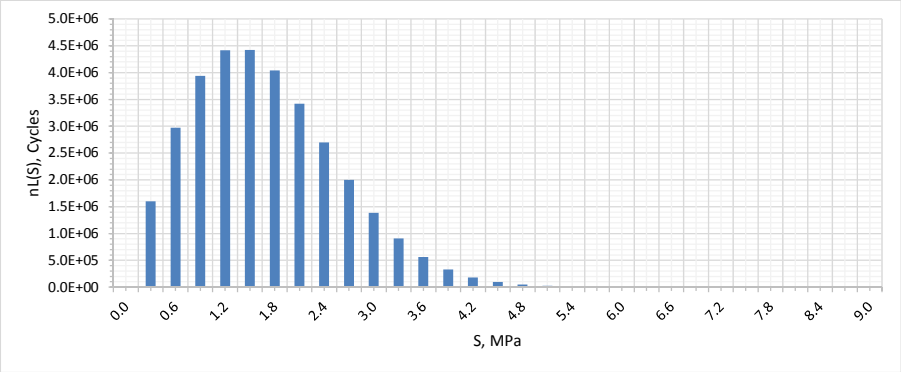
Σ	7.39499	22.21437
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.05	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	1.99	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00	0.00	-
2	0.05	0.20	0.01	406,820
3	0.10	0.40	0.02	801,356
4	0.15	0.58	0.03	1,171,940
5	0.20	0.75	0.04	1,508,093
6	0.25	0.89	0.04	1,801,015
7	0.30	1.01	0.05	2,043,963
8	0.35	1.11	0.06	2,232,492
9	0.40	1.17	0.06	2,364,543

10	0.45	1.21	0.06	2,440,397
11	0.50	1.22	0.06	2,462,488
12	0.55	1.21	0.06	2,435,109
13	0.60	1.17	0.06	2,364,034
14	0.65	1.12	0.06	2,256,099
15	0.70	1.05	0.05	2,118,754
16	0.75	0.97	0.05	1,959,642
17	0.80	0.89	0.04	1,786,216
18	0.85	0.80	0.04	1,605,413
19	0.90	0.71	0.04	1,423,408
20	0.95	0.62	0.03	1,245,447
21	1.00	0.53	0.03	1,075,750
22	1.05	0.46	0.02	917,500
23	1.10	0.38	0.02	772,877
24	1.15	0.32	0.02	643,149
25	1.20	0.26	0.01	528,794
26	1.25	0.21	0.01	429,637
27	1.30	0.17	0.01	344,999
28	1.35	0.14	0.01	273,833
29	1.40	0.11	0.01	214,859
30	1.45	0.08	0.00	166,672
31	1.50	0.06	0.00	127,835
32	1.55	0.05	0.00	96,950
33	1.60	0.04	0.00	72,709
34	1.65	0.03	0.00	53,927
35	1.70	0.02	0.00	39,556
36	1.75	0.01	0.00	28,698
37	1.80	0.01	0.00	20,593
38	1.85	0.01	0.00	14,617
39	1.90	0.01	0.00	10,263
40	1.95	0.00	0.00	7,128
41	2.00	0.00	0.00	4,897
42	2.05	0.00	0.00	3,329
43	2.10	0.00	0.00	2,239
44	2.15	0.00	0.00	1,489
45	2.20	0.00	0.00	980
46	2.25	0.00	0.00	638
47	2.30	0.00	0.00	411
48	2.35	0.00	0.00	262
49	2.40	0.00	0.00	165
50	2.45	0.00	0.00	103
51	2.50	0.00	0.00	64
52	2.55	0.00	0.00	39
53	2.60	0.00	0.00	24
54	2.65	0.00	0.00	14
55	2.70	0.00	0.00	8
56	2.75	0.00	0.00	5
57	2.80	0.00	0.00	3
58	2.85	0.00	0.00	2
59	2.90	0.00	0.00	1
60	2.95	0.00	0.00	1
61	3.00	0.00	0.00	0
62	3.05	0.00	0.00	0
63	3.10	0.00	0.00	0
64	3.15	0.00	0.00	0
65	3.20	0.00	0.00	0
66	3.25	0.00	0.00	0
67	3.30	0.00	0.00	0
68	3.35	0.00	0.00	0
69	3.40	0.00	0.00	0
70	3.45	0.00	0.00	0
71	3.50	0.00	0.00	0
72	3.55	0.00	0.00	0
73	3.60	0.00	0.00	0
74	3.65	0.00	0.00	0
75	3.70	0.00	0.00	0
76	3.75	0.00	0.00	0
77	3.80	0.00	0.00	0
78	3.85	0.00	0.00	0
79	3.90	0.00	0.00	0

1	Hs	=	1	m	
2	m_0	=	1.82265		
3	m_2	=	3.39103		
4	S_{ext}	=	5.32	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.22	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	85,575,692	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	33,199,850	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00000	4	6.49	42.08	0.00000	0.00000	0.00000
0.4	0.00000	2	4.67	21.79	0.00000	0.00000	0.00000
0.5	0.00000	4	13.57	184.21	0.00000	0.00000	0.00000
0.6	0.00000	2	31.69	1004.23	0.00000	0.00000	0.00000
0.7	0.00001	4	39.20	1536.82	0.01689	0.06755	0.03310
0.8	0.00120	2	13.92	193.74	0.23232	0.46464	0.29737
0.9	0.01153	4	14.78	218.47	2.51994	10.07976	8.16461
1.0	0.03477	2	9.87	97.39	3.38599	6.77199	6.77199
1.1	0.05786	4	4.63	21.40	1.23806	4.95225	5.99222
1.2	0.06991	2	6.10	37.26	2.60470	5.20939	7.50152
1.3	0.07066	4	2.03	4.14	0.29234	1.16935	1.97619
1.4	0.06451	2	5.96	35.47	2.28769	4.57537	8.96773
1.5	0.05554	4	4.29	18.40	1.02178	4.08713	9.19604
1.6	0.04625	2	7.35	54.08	2.50140	5.00280	12.80717
1.7	0.03783	4	5.86	34.32	1.29843	5.19373	15.00988
1.8	0.03068	2	6.53	42.67	1.30899	2.61797	8.48222
1.9	0.02480	4	6.06	36.71	0.91022	3.64089	13.14361
2.0	0.02006	1	6.50	42.22	0.84681	0.84681	3.38725

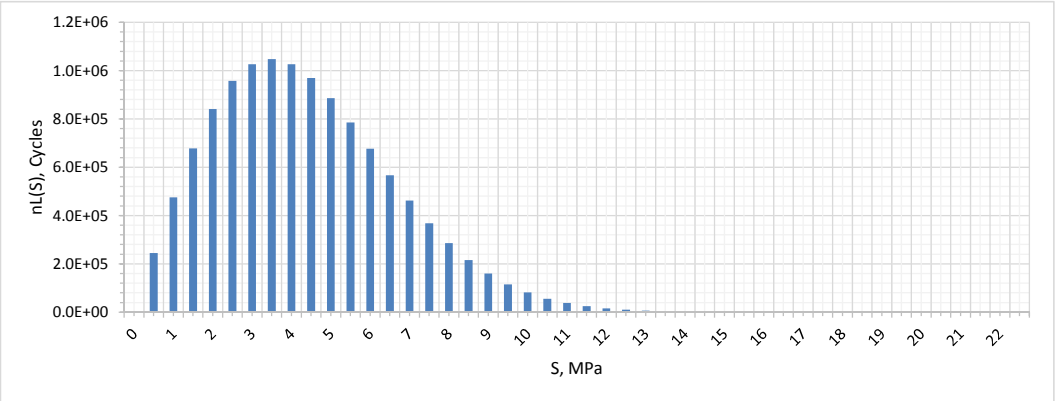
Σ	54.67963	101.73090
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.3	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	5.32	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	0.0000
2	0.30	0.16058115	0.04817434	1599380.9811
3	0.60	0.29823411	0.08947023	2970398.2720
4	0.90	0.39539985	0.11861996	3938164.7170
5	1.20	0.44352525	0.13305757	4417491.4898
6	1.50	0.44394242	0.13318273	4421646.4736
7	1.80	0.40603301	0.12180990	4044070.4972
8	2.10	0.34365033	0.10309510	3422741.7828
9	2.40	0.27118928	0.08135678	2701032.9757
10	2.70	0.20051368	0.06015410	1997107.2365
11	3.00	0.13937204	0.04181161	1388139.2244
12	3.30	0.09128463	0.02738539	909190.8060

13	3.60	0.05643788	0.01693137	562118.7786
14	3.90	0.03298166	0.00989450	328495.8381
15	4.20	0.01823694	0.00547108	181639.1246
16	4.50	0.00954916	0.00286475	95109.2249
17	4.80	0.00473805	0.00142141	47190.7151
18	5.10	0.00222889	0.00066867	22199.6365
19	5.40	0.00099455	0.00029837	9905.6958
20	5.70	0.00042109	0.00012633	4194.0808
21	6.00	0.00016923	0.00005077	1685.5401
22	6.30	0.00006457	0.00001937	643.1458
23	6.60	0.00002340	0.00000702	233.0500
24	6.90	0.00000805	0.00000242	80.2132
25	7.20	0.00000263	0.00000079	26.2286
26	7.50	0.00000082	0.00000025	8.1490
27	7.80	0.00000024	0.00000007	2.4060
28	8.10	0.00000007	0.00000002	0.6751
29	8.40	0.00000002	0.00000001	0.1801
30	8.70	0.00000000	0.00000000	0.0457
31	9.00	0.00000000	0.00000000	0.0110
32	9.30	0.00000000	0.00000000	0.0025
33	9.60	0.00000000	0.00000000	0.0005
34	9.90	0.00000000	0.00000000	0.0001
35	10.20	0.00000000	0.00000000	0.0000
36	10.50	0.00000000	0.00000000	0.0000
37	10.80	0.00000000	0.00000000	0.0000
38	11.10	0.00000000	0.00000000	0.0000
39	11.40	0.00000000	0.00000000	0.0000
40	11.70	0.00000000	0.00000000	0.0000
41	12.00	0.00000000	0.00000000	0.0000
42	12.30	0.00000000	0.00000000	0.0000
43	12.60	0.00	0.00	0.0000
44	12.90	0.00	0.00	0.0000
45	13.20	0.00	0.00	0.0000

1	Hs	=	1.5	m	
2	m_0	=	12.16129		
3	m_2	=	11.58625		
4	S_{ext}	=	13.44	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.16	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	73,485,145	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	12,052,005	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00000	4	6.49	42.08	0.00000	0.00000	0.00000
0.4	0.00000	2	4.67	21.79	0.00000	0.00000	0.00000
0.5	0.00000	4	13.57	184.21	0.00000	0.00000	0.00000
0.6	0.00023	2	31.69	1004.23	0.23497	0.46995	0.16918
0.7	0.01466	4	39.20	1536.82	22.53119	90.12476	44.16113
0.8	0.08144	2	13.92	193.74	15.77738	31.55476	20.19505
0.9	0.16057	4	14.78	218.47	35.08036	140.32145	113.66037
1.0	0.19567	2	9.87	97.39	19.05682	38.11364	38.11364
1.1	0.18830	4	4.63	21.40	4.02950	16.11800	19.50278
1.2	0.16085	2	6.10	37.26	5.99270	11.98540	17.25897
1.3	0.12940	4	2.03	4.14	0.53531	2.14124	3.61870
1.4	0.10114	2	5.96	35.47	3.58693	7.17385	14.06075
1.5	0.07813	4	4.29	18.40	1.43740	5.74961	12.93662
1.6	0.06020	2	7.35	54.08	3.25596	6.51193	16.67054
1.7	0.04653	4	5.86	34.32	1.59684	6.38735	18.45944
1.8	0.03616	2	6.53	42.67	1.54317	3.08634	9.99975
1.9	0.02831	4	6.06	36.71	1.03926	4.15705	15.00696
2.0	0.02234	1	6.50	42.22	0.94338	0.94338	3.77351

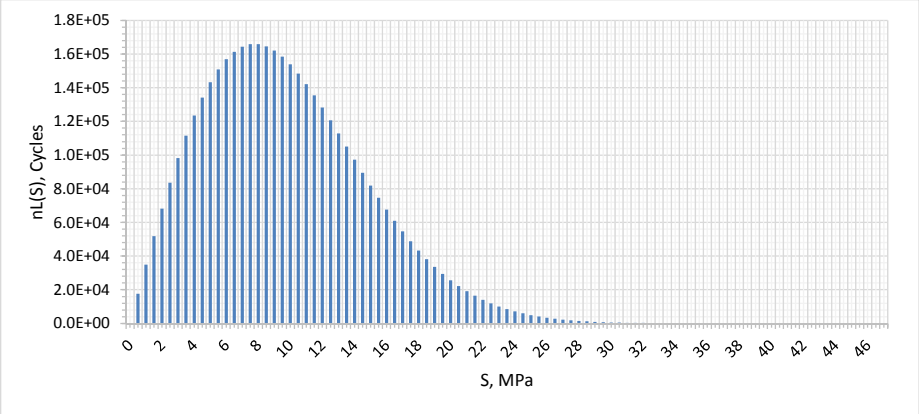
Σ	364.83871	347.58740
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	13.44	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	-
2	0.50	0.04069363	0.02034682	245,219.926
3	1.00	0.07891594	0.03945797	475,547.658
4	1.50	0.11244405	0.05622202	677,588.140
5	2.00	0.13951725	0.06975862	840,731.302
6	2.50	0.15898743	0.07949372	958,058.684

7	3.00	0.17038883	0.08519441	1,026,763.530
8	3.50	0.17392306	0.08696153	1,048,060.846
9	4.00	0.17036901	0.08518450	1,026,644.091
10	4.50	0.16093733	0.08046866	969,808.751
11	5.00	0.14709575	0.07354788	886,399.391
12	5.50	0.13039198	0.06519599	785,742.402
13	6.00	0.11229740	0.05614870	676,704.403
14	6.50	0.09408800	0.04704400	566,974.538
15	7.00	0.07677036	0.03838518	462,618.379
16	7.50	0.06105252	0.03052626	367,902.674
17	8.00	0.04735342	0.02367671	285,351.857
18	8.50	0.03584029	0.01792015	215,973.702
19	9.00	0.02648247	0.01324124	159,583.462
20	9.50	0.01911064	0.00955532	115,160.780
21	10.00	0.01347285	0.00673643	81,187.433
22	10.50	0.00928173	0.00464086	55,931.714
23	11.00	0.00625006	0.00312503	37,662.897
24	11.50	0.00411447	0.00205724	24,793.811
25	12.00	0.00264846	0.00132423	15,959.647
26	12.50	0.00166721	0.00083361	10,046.640
27	13.00	0.00102652	0.00051326	6,185.790
28	13.50	0.00061826	0.00030913	3,725.622
29	14.00	0.00036429	0.00018215	2,195.222
30	14.50	0.00021001	0.00010501	1,265.540
31	15.00	0.00011847	0.00005923	713.886
32	15.50	0.00006539	0.00003270	394.068
33	16.00	0.00003533	0.00001766	212.880
34	16.50	0.00001868	0.00000934	112.550
35	17.00	0.00000966	0.00000483	58.241
36	17.50	0.00000490	0.00000245	29.499
37	18.00	0.00000243	0.00000121	14.625
38	18.50	0.00000118	0.00000059	7.098
39	19.00	0.00000056	0.00000028	3.372
40	19.50	0.00000026	0.00000013	1.569
41	20.00	0.00000012	0.00000006	0.714
42	20.50	0.00000005	0.00000003	0.318
43	21.00	0.00000002	0.00000001	0.139
44	21.50	0.00000001	0.00000000	0.059
45	22.00	0.00000000	0.00000000	0.025
46	22.50	0.00000000	0.00000000	0.010
47	23.00	0.00000000	0.00000000	0.004
48	23.50	0.00000000	0.00000000	0.002
49	24.00	0.00000000	0.00000000	0.001
50	24.50	0.00000000	0.00000000	0.000
51	25.00	0.00000000	0.00000000	0.000
52	25.50	0.00000000	0.00000000	0.000
53	26.00	0.00000000	0.00000000	0.000
54	26.50	0.00000000	0.00000000	0.000
55	27.00	0.00000000	0.00000000	0.000
56	27.50	0.00000000	0.00000000	0.000
57	28.00	0.00000000	0.00000000	0.000
58	28.50	0.00000000	0.00000000	0.000
59	29.00	0.00000000	0.00000000	0.000
60	29.50	0.00000000	0.00000000	0.000
61	30.00	0.00000000	0.00000000	0.000
62	30.50	0.00000000	0.00000000	0.000
63	31.00	0.00000000	0.00000000	0.000
64	31.50	0.00000000	0.00000000	0.000
65	32.00	0.00000000	0.00000000	0.000
66	32.50	0.00000000	0.00000000	0.000
67	33.00	0.00000000	0.00000000	0.000
68	33.50	0.00000000	0.00000000	0.000
69	34.00	0.00000000	0.00000000	0.000
70	34.50	0.00000000	0.00000000	0.000

1	Hs	=	2	m	
2	m_0	=	60.32467		
3	m_2	=	38.88043		
4	S_{ext}	=	29.53	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.13	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	60,441,618	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	4,252,536	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00000	4	6.49	42.08	0.00000	0.00000	0.00000
0.4	0.00000	2	4.67	21.79	0.00000	0.00000	0.00000
0.5	0.00010	4	13.57	184.21	0.01818	0.07273	0.01818
0.6	0.02487	2	31.69	1004.23	24.97277	49.94553	17.98039
0.7	0.18196	4	39.20	1536.82	279.64672	1118.58690	548.10758
0.8	0.35645	2	13.92	193.74	69.05822	138.11643	88.39452
0.9	0.40361	4	14.78	218.47	88.17589	352.70358	285.68990
1.0	0.35823	2	9.87	97.39	34.88815	69.77630	69.77630
1.1	0.28460	4	4.63	21.40	6.09017	24.36067	29.47641
1.2	0.21532	2	6.10	37.26	8.02187	16.04373	23.10297
1.3	0.15991	4	2.03	4.14	0.66155	2.64618	4.47204
1.4	0.11838	2	5.96	35.47	4.19843	8.39685	16.45783
1.5	0.08804	4	4.29	18.40	1.61978	6.47911	14.57800
1.6	0.06602	2	7.35	54.08	3.57070	7.14140	18.28199
1.7	0.05002	4	5.86	34.32	1.71674	6.86697	19.84555
1.8	0.03831	2	6.53	42.67	1.63468	3.26936	10.59271
1.9	0.02966	4	6.06	36.71	1.08862	4.35450	15.71973
2.0	0.02320	1	6.50	42.22	0.97971	0.97971	3.91886

Σ	1809.73996	1166.41296
	Σ0	Σ2

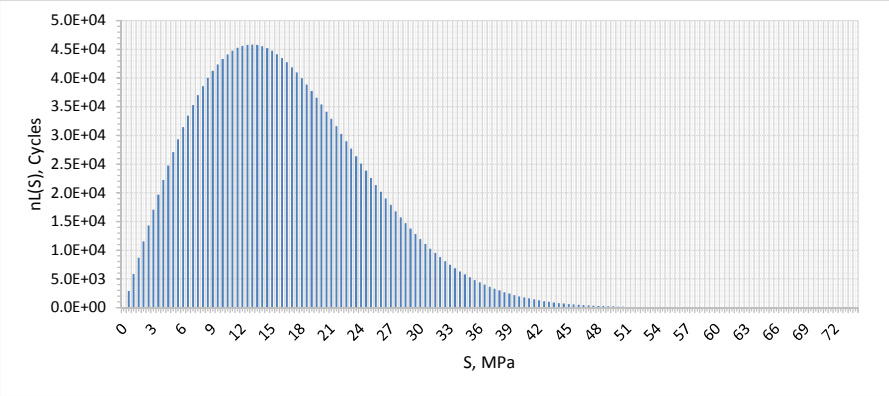
8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	29.53	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	-
2	0.50	0.00827133	0.00413566	17,587.059
3	1.00	0.01644014	0.00822007	34,956.141
4	1.50	0.02440603	0.01220302	51,893.766

5	2.00	0.03207277	0.01603639	68,195.317
6	2.50	0.03935023	0.01967512	83,669.152
7	3.00	0.04615615	0.02307807	98,140.348
8	3.50	0.05241764	0.02620882	111,453.971
9	4.00	0.05807254	0.02903627	123,477.786
10	4.50	0.06307029	0.03153515	134,104.353
11	5.00	0.06737271	0.03368635	143,252.451
12	5.50	0.07095428	0.03547714	150,867.823
13	6.00	0.07380218	0.03690109	156,923.230
14	6.50	0.07591604	0.03795802	161,417.857
15	7.00	0.07730732	0.03865366	164,376.100
16	7.50	0.07799853	0.03899927	165,845.803
17	8.00	0.07802215	0.03901108	165,896.024
18	8.50	0.07741940	0.03870970	164,614.416
19	9.00	0.07623888	0.03811944	162,104.315
20	9.50	0.07453512	0.03726756	158,481.647
21	10.00	0.07236704	0.03618352	153,871.736
22	10.50	0.06979652	0.03489826	148,406.122
23	11.00	0.06688689	0.03344344	142,219.466
24	11.50	0.06370158	0.03185079	135,446.634
25	12.00	0.06030284	0.03015142	128,220.014
26	12.50	0.05675066	0.02837533	120,667.125
27	13.00	0.05310175	0.02655087	112,908.558
28	13.50	0.04940876	0.02470438	105,056.278
29	14.00	0.04571968	0.02285984	97,212.294
30	14.50	0.04207733	0.02103867	89,467.695
31	15.00	0.03851915	0.01925958	81,902.051
32	15.50	0.03507701	0.01753851	74,583.140
33	16.00	0.03177727	0.01588863	67,566.990
34	16.50	0.02864088	0.01432044	60,898.184
35	17.00	0.02568368	0.01284184	54,610.393
36	17.50	0.02291672	0.01145836	48,727.103
37	18.00	0.02034667	0.01017334	43,262.478
38	18.50	0.01797625	0.00898812	38,222.328
39	19.00	0.01580475	0.00790238	33,605.140
40	19.50	0.01382852	0.00691426	29,403.132
41	20.00	0.01204143	0.00602071	25,603.306
42	20.50	0.01043540	0.00521770	22,188.459
43	21.00	0.00900082	0.00450041	19,138.151
44	21.50	0.00772696	0.00386348	16,429.591
45	22.00	0.00660238	0.00330119	14,038.436
46	22.50	0.00561524	0.00280762	11,939.511
47	23.00	0.00475359	0.00237680	10,107.412
48	23.50	0.00400562	0.00200281	8,517.032
49	24.00	0.00335987	0.00167993	7,143.979
50	24.50	0.00280534	0.00140267	5,964.907
51	25.00	0.00233168	0.00116584	4,957.771
52	25.50	0.00192920	0.00096460	4,102.000
53	26.00	0.00158899	0.00079449	3,378.610
54	26.50	0.00130287	0.00065144	2,770.256
55	27.00	0.00106348	0.00053174	2,261.244
56	27.50	0.00086419	0.00043209	1,837.494
57	28.00	0.00069911	0.00034955	1,486.488
58	28.50	0.00056304	0.00028152	1,197.177
59	29.00	0.00045144	0.00022572	959.890
60	29.50	0.00036036	0.00018018	766.225
61	30.00	0.00028638	0.00014319	608.928
62	30.50	0.00022659	0.00011329	481.787
63	31.00	0.00017849	0.00008924	379.514
64	31.50	0.00013998	0.00006999	297.638
65	32.00	0.00010930	0.00005465	232.402
66	32.50	0.00008497	0.00004249	180.669
67	33.00	0.00006577	0.00003288	139.838
68	33.50	0.00005068	0.00002534	107.763
69	34.00	0.00003889	0.00001944	82.683

70	34.50	0.00002971	0.00001485	63.164
71	35.00	0.00002259	0.00001130	48.043
72	35.50	0.00001711	0.00000856	36.383
73	36.00	0.00001290	0.00000645	27.434
74	36.50	0.00000969	0.00000484	20.596
75	37.00	0.00000724	0.00000362	15.396
76	37.50	0.00000539	0.00000269	11.459
77	38.00	0.00000399	0.00000200	8.492
78	38.50	0.00000295	0.00000147	6.266
79	39.00	0.00000217	0.00000108	4.604
80	39.50	0.00000158	0.00000079	3.368
81	40.00	0.00000115	0.00000058	2.453
82	40.50	0.00000084	0.00000042	1.779
83	41.00	0.00000060	0.00000030	1.285
84	41.50	0.00000043	0.00000022	0.924
85	42.00	0.00000031	0.00000016	0.662
86	42.50	0.00000022	0.00000011	0.472
87	43.00	0.00000016	0.00000008	0.335
88	43.50	0.00000011	0.00000006	0.237
89	44.00	0.00000008	0.00000004	0.167
90	44.50	0.00000005	0.00000003	0.117
91	45.00	0.00000004	0.00000002	0.081
92	45.50	0.00000003	0.00000001	0.057
93	46.00	0.00000002	0.00000001	0.039
94	46.50	0.00000001	0.00000001	0.027
95	47.00	0.00000001	0.00000000	0.019
96	47.50	0.00000001	0.00000000	0.013
97	48.00	0.00000000	0.00000000	0.009
98	48.50	0.00000000	0.00000000	0.006
99	49.00	0.00000000	0.00000000	0.004
100	49.50	0.00000000	0.00000000	0.003
101	50.00	0.00000000	0.00000000	0.002
102	50.50	0.00000000	0.00000000	0.001
103	51.00	0.00000000	0.00000000	0.001
104	51.50	0.00000000	0.00000000	0.001
105	52.00	0.00000000	0.00000000	0.000
106	52.50	0.00000000	0.00000000	0.000
107	53.00	0.00000000	0.00000000	0.000
108	53.50	0.00000000	0.00000000	0.000
109	54.00	0.00000000	0.00000000	0.000
110	54.50	0.00000000	0.00000000	0.000
111	55.00	0.00000000	0.00000000	0.000
112	55.50	0.00000000	0.00000000	0.000
113	56.00	0.00000000	0.00000000	0.000
114	56.50	0.00000000	0.00000000	0.000
115	57.00	0.00000000	0.00000000	0.000
116	57.50	0.00000000	0.00000000	0.000
117	58.00	0.00000000	0.00000000	0.000
118	58.50	0.00000000	0.00000000	0.000
119	59.00	0.00000000	0.00000000	0.000
120	59.50	0.00000000	0.00000000	0.000
121	60.00	0.00000000	0.00000000	0.000
122	60.50	0.00000000	0.00000000	0.000
123	61.00	0.00000000	0.00000000	0.000
124	61.50	0.00000000	0.00000000	0.000
125	62.00	0.00000000	0.00000000	0.000
126	62.50	0.00000000	0.00000000	0.000
127	63.00	0.00000000	0.00000000	0.000
128	63.50	0.00000000	0.00000000	0.000

1	Hs	=	2.5	m	
2	m_0	=	167.48142		
3	m_2	=	93.05914		
4	S_{ext}	=	48.96	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.12	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	56,119,552	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	1,955,820	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00000	4	6.49	42.08	0.00000	0.00000	0.00000
0.4	0.00000	2	4.67	21.79	0.00001	0.00001	0.00000
0.5	0.00870	4	13.57	184.21	1.60177	6.40707	1.60177
0.6	0.21557	2	31.69	1004.23	216.48216	432.96432	155.86715
0.7	0.58381	4	39.20	1536.82	897.21128	3588.84512	1758.53411
0.8	0.70595	2	13.92	193.74	136.76983	273.53966	175.06538
0.9	0.61835	4	14.78	218.47	135.09057	540.36227	437.69344
1.0	0.47393	2	9.87	97.39	46.15693	92.31387	92.31387
1.1	0.34455	4	4.63	21.40	7.37320	29.49278	35.68626
1.2	0.24643	2	6.10	37.26	9.18116	18.36232	26.44175
1.3	0.17638	4	2.03	4.14	0.72966	2.91864	4.93250
1.4	0.12733	2	5.96	35.47	4.51574	9.03149	17.70172
1.5	0.09304	4	4.29	18.40	1.71186	6.84742	15.40670
1.6	0.06890	2	7.35	54.08	3.72651	7.45301	19.07971
1.7	0.05173	4	5.86	34.32	1.77525	7.10100	20.52189
1.8	0.03934	2	6.53	42.67	1.67885	3.35770	10.87895
1.9	0.03030	4	6.06	36.71	1.11226	4.44903	16.06101
2.0	0.02361	1	6.50	42.22	0.99700	0.99700	3.98802

Σ	5024.44272	2791.77422
	Σ0	Σ2

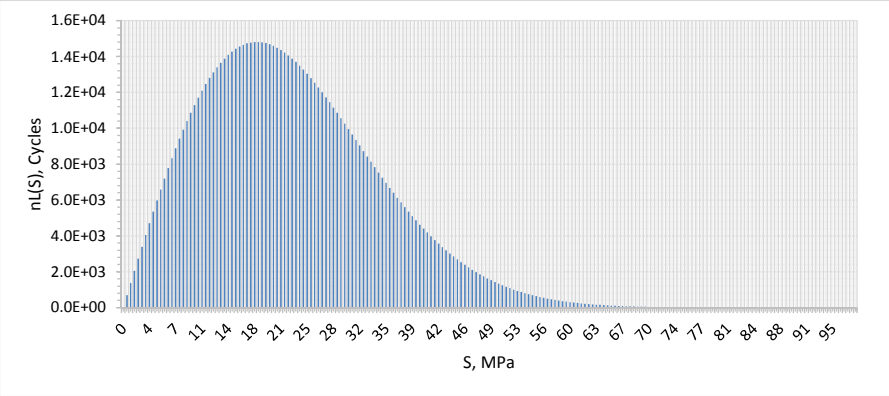
8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	48.96	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	-
2	0.50	0.00298318	0.00149159	2,917.28
3	1.00	0.00595301	0.00297651	5,821.51
4	1.50	0.00889626	0.00444813	8,699.74
5	2.00	0.01179987	0.00589993	11,539.21
6	2.50	0.01465109	0.00732555	14,327.45
7	3.00	0.01743756	0.00871878	17,052.37

8	3.50	0.02014739	0.01007369	19,702.33
9	4.00	0.02276924	0.01138462	22,266.27
10	4.50	0.02529245	0.01264622	24,733.74
11	5.00	0.02770701	0.01385351	27,094.97
12	5.50	0.03000375	0.01500188	29,340.97
13	6.00	0.03217429	0.01608715	31,463.56
14	6.50	0.03421115	0.01710558	33,455.43
15	7.00	0.03610777	0.01805389	35,310.15
16	7.50	0.03785855	0.01892927	37,022.26
17	8.00	0.03945885	0.01972943	38,587.21
18	8.50	0.04090505	0.02045252	40,001.46
19	9.00	0.04219449	0.02109724	41,262.42
20	9.50	0.04332552	0.02166276	42,368.46
21	10.00	0.04429746	0.02214873	43,318.94
22	10.50	0.04511059	0.02255530	44,114.11
23	11.00	0.04576612	0.02288306	44,755.15
24	11.50	0.04626612	0.02313306	45,244.11
25	12.00	0.04661354	0.02330677	45,583.85
26	12.50	0.04681211	0.02340605	45,778.03
27	13.00	0.04686629	0.02343314	45,831.02
28	13.50	0.04678124	0.02339062	45,747.85
29	14.00	0.04656274	0.02328137	45,534.17
30	14.50	0.04621710	0.02310855	45,196.17
31	15.00	0.04575114	0.02287557	44,740.51
32	15.50	0.04517208	0.02258604	44,174.23
33	16.00	0.04448748	0.02224374	43,504.75
34	16.50	0.04370517	0.02185259	42,739.73
35	17.00	0.04283322	0.02141661	41,887.04
36	17.50	0.04187978	0.02093989	40,954.66
37	18.00	0.04085312	0.02042656	39,950.68
38	18.50	0.03976147	0.01988074	38,883.15
39	19.00	0.03861305	0.01930653	37,760.09
40	19.50	0.03741594	0.01870797	36,589.43
41	20.00	0.03617806	0.01808903	35,378.89
42	20.50	0.03490713	0.01745356	34,136.03
43	21.00	0.03361060	0.01680530	32,868.14
44	21.50	0.03229563	0.01614782	31,582.23
45	22.00	0.03096907	0.01548453	30,284.97
46	22.50	0.02963738	0.01481869	28,982.70
47	23.00	0.02830667	0.01415333	27,681.38
48	23.50	0.02698262	0.01349131	26,386.58
49	24.00	0.02567051	0.01283526	25,103.45
50	24.50	0.02437520	0.01218760	23,836.75
51	25.00	0.02310110	0.01155055	22,590.80
52	25.50	0.02185219	0.01092610	21,369.48
53	26.00	0.02063204	0.01031602	20,176.28
54	26.50	0.01944376	0.00972188	19,014.25
55	27.00	0.01829008	0.00914504	17,886.06
56	27.50	0.01717330	0.00858665	16,793.94
57	28.00	0.01609533	0.00804767	15,739.79
58	28.50	0.01505772	0.00752886	14,725.10
59	29.00	0.01406167	0.00703083	13,751.05
60	29.50	0.01310801	0.00655401	12,818.46
61	30.00	0.01219731	0.00609865	11,927.87
62	30.50	0.01132979	0.00566490	11,079.52
63	31.00	0.01050546	0.00525273	10,273.40
64	31.50	0.00972404	0.00486202	9,509.24
65	32.00	0.00898506	0.00449253	8,786.58
66	32.50	0.00828783	0.00414391	8,104.75
67	33.00	0.00763149	0.00381575	7,462.91
68	33.50	0.00701504	0.00350752	6,860.08
69	34.00	0.00643733	0.00321867	6,295.13
70	34.50	0.00589711	0.00294856	5,766.85
71	35.00	0.00539304	0.00269652	5,273.91
72	35.50	0.00492369	0.00246184	4,814.93
73	36.00	0.00448759	0.00224380	4,388.46
74	36.50	0.00408323	0.00204161	3,993.03
75	37.00	0.00370907	0.00185453	3,627.13

76	37.50	0.00336355	0.00168178	3,289.25
77	38.00	0.00304513	0.00152256	2,977.86
78	38.50	0.00275226	0.00137613	2,691.47
79	39.00	0.00248343	0.00124172	2,428.58
80	39.50	0.00223715	0.00111858	2,187.73
81	40.00	0.00201197	0.00100598	1,967.52
82	40.50	0.00180647	0.00090323	1,766.56
83	41.00	0.00161929	0.00080965	1,583.52
84	41.50	0.00144913	0.00072456	1,417.12
85	42.00	0.00129472	0.00064736	1,266.12
86	42.50	0.00115488	0.00057744	1,129.37
87	43.00	0.00102847	0.00051423	1,005.75
88	43.50	0.00091440	0.00045720	894.20
89	44.00	0.00081166	0.00040583	793.73
90	44.50	0.00071930	0.00035965	703.41
91	45.00	0.00063642	0.00031821	622.36
92	45.50	0.00056218	0.00028109	549.76
93	46.00	0.00049579	0.00024790	484.84
94	46.50	0.00043655	0.00021827	426.90
95	47.00	0.00038376	0.00019188	375.29
96	47.50	0.00033682	0.00016841	329.38
97	48.00	0.00029514	0.00014757	288.62
98	48.50	0.00025821	0.00012911	252.51
99	49.00	0.00022554	0.00011277	220.56
100	49.50	0.00019669	0.00009834	192.34
101	50.00	0.00017125	0.00008563	167.47
102	50.50	0.00014887	0.00007444	145.58
103	51.00	0.00012921	0.00006460	126.35
104	51.50	0.00011196	0.00005598	109.49
105	52.00	0.00009687	0.00004843	94.73
106	52.50	0.00008367	0.00004184	81.83
107	53.00	0.00007216	0.00003608	70.57
108	53.50	0.00006214	0.00003107	60.76
109	54.00	0.00005342	0.00002671	52.24
110	54.50	0.00004585	0.00002293	44.84
111	55.00	0.00003930	0.00001965	38.43
112	55.50	0.00003362	0.00001681	32.88
113	56.00	0.00002872	0.00001436	28.09
114	56.50	0.00002450	0.00001225	23.96
115	57.00	0.00002087	0.00001043	20.40
116	57.50	0.00001774	0.00000887	17.35
117	58.00	0.00001506	0.00000753	14.73
118	58.50	0.00001277	0.00000638	12.48
119	59.00	0.00001080	0.00000540	10.57
120	59.50	0.00000913	0.00000456	8.93
121	60.00	0.00000770	0.00000385	7.53
122	60.50	0.00000649	0.00000324	6.34
123	61.00	0.00000546	0.00000273	5.34
124	61.50	0.00000458	0.00000229	4.48
125	62.00	0.00000384	0.00000192	3.76
126	62.50	0.00000322	0.00000161	3.14
127	63.00	0.00000269	0.00000134	2.63
128	63.50	0.00000224	0.00000112	2.19
129	64.00	0.00000187	0.00000093	1.83
130	64.50	0.00000155	0.00000078	1.52
131	65.00	0.00000129	0.00000065	1.26
132	65.50	0.00000107	0.00000054	1.05
133	66.00	0.00000089	0.00000044	0.87
134	66.50	0.00000073	0.00000037	0.72
135	67.00	0.00000061	0.00000030	0.59
136	67.50	0.00000050	0.00000025	0.49
137	68.00	0.00000041	0.00000021	0.40
138	68.50	0.00000034	0.00000017	0.33
139	69.00	0.00000028	0.00000014	0.27
140	69.50	0.00000023	0.00000011	0.22
141	70.00	0.00000019	0.00000009	0.18
142	70.50	0.00000015	0.00000008	0.15
143	71.00	0.00000012	0.00000006	0.12

1	Hs	=	3	m	
2	m_0	=	317.12949		
3	m_2	=	164.23333		
4	S_{ext}	=	67.20	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.11	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	45,149,099	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	869,625	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval 0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00000	4	6.49	42.08	0.00000	0.00000	0.00000
0.4	0.00010	2	4.67	21.79	0.00228	0.00456	0.00073
0.5	0.09904	4	13.57	184.21	18.24368	72.97470	18.24368
0.6	0.69678	2	31.69	1004.23	699.72722	1399.45444	503.80360
0.7	1.09974	4	39.20	1536.82	1690.10517	6760.42068	3312.60613
0.8	1.02326	2	13.92	193.74	198.24462	396.48924	253.75311
0.9	0.77961	4	14.78	218.47	170.32105	681.28418	551.84019
1.0	0.55176	2	9.87	97.39	53.73646	107.47291	107.47291
1.1	0.38226	4	4.63	21.40	8.18006	32.72024	39.59149
1.2	0.26518	2	6.10	37.26	9.87966	19.75931	28.45341
1.3	0.18602	4	2.03	4.14	0.76956	3.07822	5.20220
1.4	0.13247	2	5.96	35.47	4.69805	9.39611	18.41637
1.5	0.09588	4	4.29	18.40	1.76405	7.05619	15.87643
1.6	0.07052	2	7.35	54.08	3.81397	7.62794	19.52754
1.7	0.05268	4	5.86	34.32	1.80786	7.23145	20.89890
1.8	0.03992	2	6.53	42.67	1.70334	3.40669	11.03766
1.9	0.03066	4	6.06	36.71	1.12531	4.50124	16.24949
2.0	0.02384	1	6.50	42.22	1.00652	1.00652	4.02609

Σ	9513.88464	4926.99994
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	67.20	Mpa	

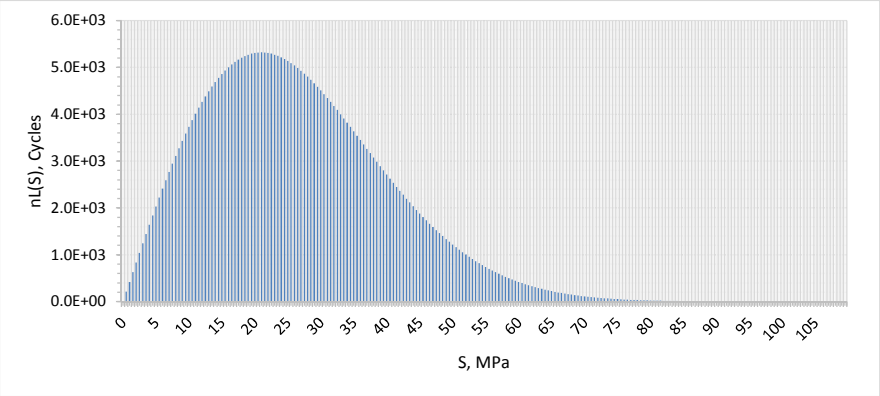
No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	-
2	0.50	0.00157602	0.00078801	685.27
3	1.00	0.00314832	0.00157416	1,368.93
4	1.50	0.00471318	0.00235659	2,049.35
5	2.00	0.00626692	0.00313346	2,724.94
6	2.50	0.00780592	0.00390296	3,394.11
7	3.00	0.00932657	0.00466329	4,055.31

8	3.50	0.01082539	0.00541269	4,707.01
9	4.00	0.01229894	0.00614947	5,347.73
10	4.50	0.01374391	0.00687195	5,976.02
11	5.00	0.01515707	0.00757853	6,590.48
12	5.50	0.01653534	0.00826767	7,189.77
13	6.00	0.01787576	0.00893788	7,772.60
14	6.50	0.01917551	0.00958776	8,337.75
15	7.00	0.02043195	0.01021597	8,884.06
16	7.50	0.02164256	0.01082128	9,410.45
17	8.00	0.02280504	0.01140252	9,915.91
18	8.50	0.02391722	0.01195861	10,399.50
19	9.00	0.02497715	0.01248858	10,860.37
20	9.50	0.02598306	0.01299153	11,297.76
21	10.00	0.02693337	0.01346668	11,710.96
22	10.50	0.02782669	0.01391334	12,099.39
23	11.00	0.02866184	0.01433092	12,462.52
24	11.50	0.02943785	0.01471892	12,799.94
25	12.00	0.03015393	0.01507696	13,111.30
26	12.50	0.03080951	0.01540475	13,396.35
27	13.00	0.03140420	0.01570210	13,654.94
28	13.50	0.03193784	0.01596892	13,886.97
29	14.00	0.03241043	0.01620522	14,092.46
30	14.50	0.03282218	0.01641109	14,271.49
31	15.00	0.03317348	0.01658674	14,424.24
32	15.50	0.03346488	0.01673244	14,550.94
33	16.00	0.03369715	0.01684857	14,651.94
34	16.50	0.03387118	0.01693559	14,727.61
35	17.00	0.03398804	0.01699402	14,778.42
36	17.50	0.03404895	0.01702447	14,804.90
37	18.00	0.03405526	0.01702763	14,807.65
38	18.50	0.03400848	0.01700424	14,787.30
39	19.00	0.03391020	0.01695510	14,744.57
40	19.50	0.03376217	0.01688109	14,680.21
41	20.00	0.03356622	0.01678311	14,595.01
42	20.50	0.03332426	0.01666213	14,489.80
43	21.00	0.03303832	0.01651916	14,365.47
44	21.50	0.03271046	0.01635523	14,222.91
45	22.00	0.03234283	0.01617141	14,063.06
46	22.50	0.03193763	0.01596881	13,886.87
47	23.00	0.03149709	0.01574854	13,695.32
48	23.50	0.03102348	0.01551174	13,489.39
49	24.00	0.03051909	0.01525955	13,270.08
50	24.50	0.02998623	0.01499311	13,038.38
51	25.00	0.02942719	0.01471359	12,795.30
52	25.50	0.02884427	0.01442214	12,541.84
53	26.00	0.02823976	0.01411988	12,279.00
54	26.50	0.02761592	0.01380796	12,007.74
55	27.00	0.02697496	0.01348748	11,729.05
56	27.50	0.02631910	0.01315955	11,443.87
57	28.00	0.02565046	0.01282523	11,153.14
58	28.50	0.02497114	0.01248557	10,857.76
59	29.00	0.02428319	0.01214159	10,558.63
60	29.50	0.02358856	0.01179428	10,256.60
61	30.00	0.02288917	0.01144458	9,952.49
62	30.50	0.02218685	0.01109342	9,647.11
63	31.00	0.02148335	0.01074168	9,341.23
64	31.50	0.02078037	0.01039018	9,035.56
65	32.00	0.02007948	0.01003974	8,730.81
66	32.50	0.01938222	0.00969111	8,427.63
67	33.00	0.01869000	0.00934500	8,126.64
68	33.50	0.01800416	0.00900208	7,828.43
69	34.00	0.01732597	0.00866298	7,533.54
70	34.50	0.01665658	0.00832829	7,242.48
71	35.00	0.01599707	0.00799853	6,955.72
72	35.50	0.01534843	0.00767422	6,673.69
73	36.00	0.01471158	0.00735579	6,396.77
74	36.50	0.01408731	0.00704366	6,125.34
75	37.00	0.01347638	0.00673819	5,859.70

76	37.50	0.01287943	0.00643972	5,600.14
77	38.00	0.01229704	0.00614852	5,346.91
78	38.50	0.01172970	0.00586485	5,100.22
79	39.00	0.01117783	0.00558892	4,860.26
80	39.50	0.01064179	0.00532089	4,627.18
81	40.00	0.01012184	0.00506092	4,401.10
82	40.50	0.00961821	0.00480911	4,182.12
83	41.00	0.00913105	0.00456552	3,970.29
84	41.50	0.00866044	0.00433022	3,765.66
85	42.00	0.00820642	0.00410321	3,568.25
86	42.50	0.00776897	0.00388449	3,378.04
87	43.00	0.00734803	0.00367401	3,195.01
88	43.50	0.00694348	0.00347174	3,019.11
89	44.00	0.00655517	0.00327758	2,850.27
90	44.50	0.00618290	0.00309145	2,688.40
91	45.00	0.00582644	0.00291322	2,533.41
92	45.50	0.00548552	0.00274276	2,385.17
93	46.00	0.00515986	0.00257993	2,243.57
94	46.50	0.00484914	0.00242457	2,108.47
95	47.00	0.00455301	0.00227650	1,979.70
96	47.50	0.00427111	0.00213556	1,857.13
97	48.00	0.00400307	0.00200153	1,740.58
98	48.50	0.00374848	0.00187424	1,629.89
99	49.00	0.00350695	0.00175347	1,524.86
100	49.50	0.00327805	0.00163902	1,425.34
101	50.00	0.00306136	0.00153068	1,331.12
102	50.50	0.00285646	0.00142823	1,242.03
103	51.00	0.00266292	0.00133146	1,157.87
104	51.50	0.00248029	0.00124014	1,078.46
105	52.00	0.00230815	0.00115407	1,003.61
106	52.50	0.00214606	0.00107303	933.14
107	53.00	0.00199361	0.00099680	866.85
108	53.50	0.00185036	0.00092518	804.56
109	54.00	0.00171590	0.00085795	746.09
110	54.50	0.00158982	0.00079491	691.27
111	55.00	0.00147172	0.00073586	639.92
112	55.50	0.00136121	0.00068060	591.87
113	56.00	0.00125790	0.00062895	546.95
114	56.50	0.00116142	0.00058071	505.00
115	57.00	0.00107142	0.00053571	465.87
116	57.50	0.00098753	0.00049377	429.39
117	58.00	0.00090943	0.00045471	395.43
118	58.50	0.00083678	0.00041839	363.84
119	59.00	0.00076927	0.00038464	334.49
120	59.50	0.00070660	0.00035330	307.24
121	60.00	0.00064848	0.00032424	281.97
122	60.50	0.00059463	0.00029731	258.55
123	61.00	0.00054478	0.00027239	236.88
124	61.50	0.00049869	0.00024934	216.84
125	62.00	0.00045610	0.00022805	198.32
126	62.50	0.00041680	0.00020840	181.23
127	63.00	0.00038056	0.00019028	165.47
128	63.50	0.00034717	0.00017359	150.95
129	64.00	0.00031645	0.00015822	137.59
130	64.50	0.00028819	0.00014410	125.31
131	65.00	0.00026224	0.00013112	114.03
132	65.50	0.00023843	0.00011921	103.67
133	66.00	0.00021659	0.00010829	94.18
134	66.50	0.00019658	0.00009829	85.48
135	67.00	0.00017828	0.00008914	77.52
136	67.50	0.00016154	0.00008077	70.24
137	68.00	0.00014625	0.00007312	63.59
138	68.50	0.00013229	0.00006615	57.52
139	69.00	0.00011957	0.00005979	51.99
140	69.50	0.00010798	0.00005399	46.95
141	70.00	0.00009743	0.00004872	42.36
142	70.50	0.00008784	0.00004392	38.19
143	71.00	0.00007912	0.00003956	34.40

144	71.50	0.00007122	0.00003561	30.97
145	72.00	0.00006404	0.00003202	27.85
146	72.50	0.00005754	0.00002877	25.02
147	73.00	0.00005166	0.00002583	22.46
148	73.50	0.00004634	0.00002317	20.15
149	74.00	0.00004154	0.00002077	18.06
150	74.50	0.00003720	0.00001860	16.17
151	75.00	0.00003328	0.00001664	14.47
152	75.50	0.00002976	0.00001488	12.94
153	76.00	0.00002658	0.00001329	11.56
154	76.50	0.00002373	0.00001186	10.32
155	77.00	0.00002116	0.00001058	9.20
156	77.50	0.00001885	0.00000943	8.20
157	78.00	0.00001679	0.00000839	7.30
158	78.50	0.00001493	0.00000747	6.49
159	79.00	0.00001327	0.00000664	5.77
160	79.50	0.00001179	0.00000589	5.13
161	80.00	0.00001046	0.00000523	4.55
162	80.50	0.00000928	0.00000464	4.03
163	81.00	0.00000822	0.00000411	3.57
164	81.50	0.00000727	0.00000364	3.16
165	82.00	0.00000643	0.00000322	2.80
166	82.50	0.00000569	0.00000284	2.47
167	83.00	0.00000502	0.00000251	2.18
168	83.50	0.00000443	0.00000221	1.93
169	84.00	0.00000390	0.00000195	1.70
170	84.50	0.00000344	0.00000172	1.50
171	85.00	0.00000303	0.00000151	1.32
172	85.50	0.00000266	0.00000133	1.16
173	86.00	0.00000234	0.00000117	1.02
174	86.50	0.00000205	0.00000103	0.89
175	87.00	0.00000180	0.00000090	0.78
176	87.50	0.00000158	0.00000079	0.69
177	88.00	0.00000138	0.00000069	0.60
178	88.50	0.00000121	0.00000060	0.53
179	89.00	0.00000106	0.00000053	0.46
180	89.50	0.00000092	0.00000046	0.40
181	90.00	0.00000081	0.00000040	0.35
182	90.50	0.00000070	0.00000035	0.31
183	91.00	0.00000061	0.00000031	0.27
184	91.50	0.00000053	0.00000027	0.23
185	92.00	0.00000046	0.00000023	0.20
186	92.50	0.00000040	0.00000020	0.18
187	93.00	0.00000035	0.00000018	0.15
188	93.50	0.00000030	0.00000015	0.13
189	94.00	0.00000026	0.00000013	0.11
190	94.50	0.00000023	0.00000011	0.10
191	95.00	0.00000020	0.00000010	0.09
192	95.50	0.00000017	0.00000009	0.07
193	96.00	0.00000015	0.00000007	0.06
194	96.50	0.00000013	0.00000006	0.06
195	97.00	0.00000011	0.00000006	0.05
196	97.50	0.00000010	0.00000005	0.04
197	98.00	0.00000008	0.00000004	0.04
198	98.50	0.00000007	0.00000004	0.03
199	99.00	0.00000006	0.00000003	0.03
200	99.50	0.00000005	0.00000003	0.02
201	100.00	0.00000004	0.00000002	0.02
202	100.50	0.00000004	0.00000002	0.02
203	101.00	0.00000003	0.00000002	0.01
204	101.50	0.00000003	0.00000001	0.01
205	102.00	0.00000002	0.00000001	0.01
206	102.50	0.00000002	0.00000001	0.01
207	103.00	0.00000002	0.00000001	0.01
208	103.50	0.00000002	0.00000001	0.01
209	104.00	0.00000001	0.00000001	0.01
210	104.50	0.00000001	0.00000001	0.00
211	105.00	0.00000001	0.00000000	0.00

1	Hs	=	3.5	m	
2	m_0	=	439.66252		
3	m_2	=	204.79559		
4	S_{ext}	=	78.83	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.11	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	51,382,895	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	367,917	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00375	4	6.49	42.08	0.15800	0.63199	0.05688
0.4	0.42939	2	4.67	21.79	9.35844	18.71687	2.99470
0.5	1.41356	4	13.57	184.21	260.38671	1041.54683	260.38671
0.6	1.61108	2	31.69	1004.23	1617.89040	3235.78079	1164.88108
0.7	1.27994	4	39.20	1536.82	1967.04162	7868.16647	3855.40157
0.8	0.89652	2	13.92	193.74	173.69112	347.38224	222.32463
0.9	0.60474	4	14.78	218.47	132.11678	528.46714	428.05838
1.0	0.40696	2	9.87	97.39	39.63428	79.26857	79.26857
1.1	0.27717	4	4.63	21.40	5.93121	23.72485	28.70706
1.2	0.19209	2	6.10	37.26	7.15649	14.31298	20.61069
1.3	0.13567	4	2.03	4.14	0.56126	2.24502	3.79409
1.4	0.09763	2	5.96	35.47	3.46248	6.92497	13.57294
1.5	0.07152	4	4.29	18.40	1.31579	5.26316	11.84212
1.6	0.05326	2	7.35	54.08	2.88026	5.76051	14.74691
1.7	0.04027	4	5.86	34.32	1.38202	5.52806	15.97610
1.8	0.03087	2	6.53	42.67	1.31744	2.63489	8.53704
1.9	0.02398	4	6.06	36.71	0.88007	3.52026	12.70815
2.0	0.00000	1	6.50	42.22	0.00000	0.00000	0.00000

∑	13189.87559	6143.86761
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	78.83	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.0000000	0.0000000	-
2	0.50	0.0011369	0.0005685	209.14
3	1.00	0.0022719	0.0011359	417.93
4	1.50	0.0034030	0.0017015	626.01
5	2.00	0.0045283	0.0022641	833.02
6	2.50	0.0056459	0.0028230	1,038.61
7	3.00	0.0067539	0.0033770	1,242.44

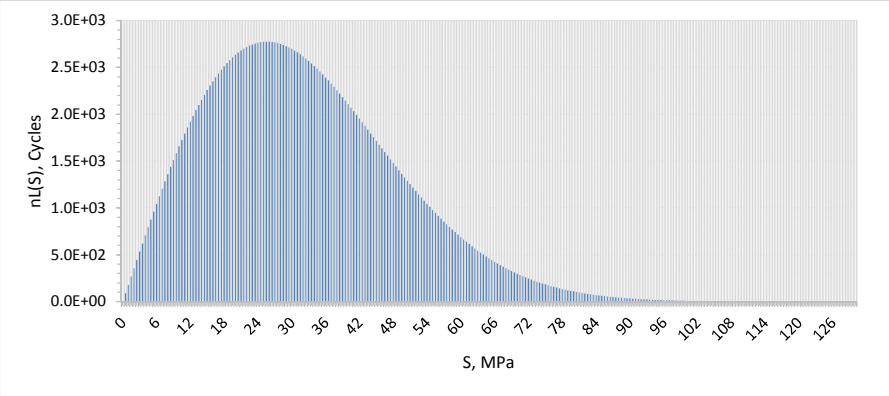
8	3.50	0.0078505	0.0039253	1,444.17
9	4.00	0.0089338	0.0044669	1,643.45
10	4.50	0.0100021	0.0050011	1,839.97
11	5.00	0.0110536	0.0055268	2,033.40
12	5.50	0.0120866	0.0060433	2,223.42
13	6.00	0.0130994	0.0065497	2,409.74
14	6.50	0.0140905	0.0070453	2,592.07
15	7.00	0.0150584	0.0075292	2,770.11
16	7.50	0.0160015	0.0080007	2,943.61
17	8.00	0.0169185	0.0084592	3,112.29
18	8.50	0.0178080	0.0089040	3,275.93
19	9.00	0.0186688	0.0093344	3,434.29
20	9.50	0.0194998	0.0097499	3,587.15
21	10.00	0.0202998	0.0101499	3,734.31
22	10.50	0.0210677	0.0105339	3,875.59
23	11.00	0.0218028	0.0109014	4,010.80
24	11.50	0.0225041	0.0112520	4,139.81
25	12.00	0.0231708	0.0115854	4,262.46
26	12.50	0.0238023	0.0119012	4,378.64
27	13.00	0.0243981	0.0121990	4,488.23
28	13.50	0.0249575	0.0124788	4,591.15
29	14.00	0.0254803	0.0127402	4,687.32
30	14.50	0.0259661	0.0129831	4,776.68
31	15.00	0.0264147	0.0132073	4,859.20
32	15.50	0.0268259	0.0134129	4,934.84
33	16.00	0.0271997	0.0135998	5,003.60
34	16.50	0.0275360	0.0137680	5,065.48
35	17.00	0.0278352	0.0139176	5,120.51
36	17.50	0.0280972	0.0140486	5,168.72
37	18.00	0.0283225	0.0141612	5,210.15
38	18.50	0.0285113	0.0142556	5,244.89
39	19.00	0.0286641	0.0143320	5,273.00
40	19.50	0.0287814	0.0143907	5,294.57
41	20.00	0.0288637	0.0144319	5,309.72
42	20.50	0.0289118	0.0144559	5,318.56
43	21.00	0.0289262	0.0144631	5,321.22
44	21.50	0.0289079	0.0144539	5,317.84
45	22.00	0.0288574	0.0144287	5,308.57
46	22.50	0.0287759	0.0143879	5,293.56
47	23.00	0.0286641	0.0143320	5,272.99
48	23.50	0.0285230	0.0142615	5,247.04
49	24.00	0.0283536	0.0141768	5,215.88
50	24.50	0.0281570	0.0140785	5,179.71
51	25.00	0.0279342	0.0139671	5,138.73
52	25.50	0.0276863	0.0138432	5,093.13
53	26.00	0.0274145	0.0137073	5,043.13
54	26.50	0.0271199	0.0135600	4,988.94
55	27.00	0.0268037	0.0134018	4,930.76
56	27.50	0.0264670	0.0132335	4,868.83
57	28.00	0.0261111	0.0130555	4,803.35
58	28.50	0.0257371	0.0128685	4,734.55
59	29.00	0.0253462	0.0126731	4,662.64
60	29.50	0.0249396	0.0124698	4,587.85
61	30.00	0.0245186	0.0122593	4,510.40
62	30.50	0.0240843	0.0120422	4,430.51
63	31.00	0.0236379	0.0118189	4,348.39
64	31.50	0.0231805	0.0115903	4,264.25
65	32.00	0.0227134	0.0113567	4,178.32
66	32.50	0.0222376	0.0111188	4,090.78
67	33.00	0.0217542	0.0108771	4,001.86
68	33.50	0.0212643	0.0106322	3,911.75
69	34.00	0.0207690	0.0103845	3,820.64
70	34.50	0.0202694	0.0101347	3,728.72
71	35.00	0.0197664	0.0098832	3,636.19
72	35.50	0.0192609	0.0096305	3,543.21
73	36.00	0.0187540	0.0093770	3,449.96
74	36.50	0.0182466	0.0091233	3,356.61
75	37.00	0.0177394	0.0088697	3,263.32

76	37.50	0.0172334	0.0086167	3,170.23
77	38.00	0.0167294	0.0083647	3,077.51
78	38.50	0.0162280	0.0081140	2,985.28
79	39.00	0.0157301	0.0078650	2,893.68
80	39.50	0.0152362	0.0076181	2,802.83
81	40.00	0.0147472	0.0073736	2,712.86
82	40.50	0.0142634	0.0071317	2,623.88
83	41.00	0.0137856	0.0068928	2,535.98
84	41.50	0.0133143	0.0066571	2,449.27
85	42.00	0.0128499	0.0064249	2,363.84
86	42.50	0.0123928	0.0061964	2,279.77
87	43.00	0.0119436	0.0059718	2,197.13
88	43.50	0.0115026	0.0057513	2,116.00
89	44.00	0.0110701	0.0055351	2,036.44
90	44.50	0.0106464	0.0053232	1,958.50
91	45.00	0.0102319	0.0051159	1,882.24
92	45.50	0.0098266	0.0049133	1,807.69
93	46.00	0.0094310	0.0047155	1,734.90
94	46.50	0.0090450	0.0045225	1,663.90
95	47.00	0.0086689	0.0043344	1,594.72
96	47.50	0.0083028	0.0041514	1,527.36
97	48.00	0.0079467	0.0039734	1,461.86
98	48.50	0.0076008	0.0038004	1,398.22
99	49.00	0.0072650	0.0036325	1,336.45
100	49.50	0.0069394	0.0034697	1,276.55
101	50.00	0.0066239	0.0033119	1,218.52
102	50.50	0.0063185	0.0031593	1,162.34
103	51.00	0.0060232	0.0030116	1,108.02
104	51.50	0.0057379	0.0028690	1,055.54
105	52.00	0.0054625	0.0027312	1,004.87
106	52.50	0.0051969	0.0025984	956.01
107	53.00	0.0049409	0.0024704	908.92
108	53.50	0.0046944	0.0023472	863.58
109	54.00	0.0044573	0.0022287	819.96
110	54.50	0.0042295	0.0021147	778.04
111	55.00	0.0040106	0.0020053	737.78
112	55.50	0.0038006	0.0019003	699.15
113	56.00	0.0035993	0.0017996	662.11
114	56.50	0.0034064	0.0017032	626.63
115	57.00	0.0032217	0.0016109	592.66
116	57.50	0.0030451	0.0015226	560.18
117	58.00	0.0028764	0.0014382	529.13
118	58.50	0.0027152	0.0013576	499.49
119	59.00	0.0025614	0.0012807	471.20
120	59.50	0.0024148	0.0012074	444.23
121	60.00	0.0022751	0.0011376	418.53
122	60.50	0.0021422	0.0010711	394.07
123	61.00	0.0020157	0.0010079	370.80
124	61.50	0.0018955	0.0009477	348.69
125	62.00	0.0017813	0.0008907	327.69
126	62.50	0.0016729	0.0008365	307.75
127	63.00	0.0015702	0.0007851	288.85
128	63.50	0.0014728	0.0007364	270.93
129	64.00	0.0013806	0.0006903	253.97
130	64.50	0.0012933	0.0006467	237.92
131	65.00	0.0012108	0.0006054	222.74
132	65.50	0.0011329	0.0005664	208.40
133	66.00	0.0010593	0.0005296	194.87
134	66.50	0.0009899	0.0004949	182.09
135	67.00	0.0009244	0.0004622	170.05
136	67.50	0.0008627	0.0004314	158.71
137	68.00	0.0008047	0.0004023	148.03
138	68.50	0.0007501	0.0003750	137.98
139	69.00	0.0006987	0.0003494	128.53
140	69.50	0.0006505	0.0003252	119.66
141	70.00	0.0006052	0.0003026	111.33
142	70.50	0.0005627	0.0002814	103.52
143	71.00	0.0005229	0.0002614	96.19

144	71.50	0.0004856	0.0002428	89.33
145	72.00	0.0004507	0.0002253	82.90
146	72.50	0.0004180	0.0002090	76.90
147	73.00	0.0003875	0.0001937	71.28
148	73.50	0.0003589	0.0001795	66.03
149	74.00	0.0003323	0.0001662	61.13
150	74.50	0.0003075	0.0001537	56.56
151	75.00	0.0002843	0.0001422	52.30
152	75.50	0.0002627	0.0001314	48.33
153	76.00	0.0002426	0.0001213	44.63
154	76.50	0.0002239	0.0001120	41.20
155	77.00	0.0002066	0.0001033	38.00
156	77.50	0.0001904	0.0000952	35.03
157	78.00	0.0001754	0.0000877	32.27
158	78.50	0.0001615	0.0000808	29.71
159	79.00	0.0001486	0.0000743	27.34
160	79.50	0.0001367	0.0000683	25.14
161	80.00	0.0001256	0.0000628	23.11
162	80.50	0.0001154	0.0000577	21.22
163	81.00	0.0001059	0.0000530	19.48
164	81.50	0.0000972	0.0000486	17.87
165	82.00	0.0000891	0.0000445	16.39
166	82.50	0.0000816	0.0000408	15.01
167	83.00	0.0000747	0.0000374	13.75
168	83.50	0.0000684	0.0000342	12.58
169	84.00	0.0000626	0.0000313	11.51
170	84.50	0.0000572	0.0000286	10.52
171	85.00	0.0000522	0.0000261	9.61
172	85.50	0.0000477	0.0000238	8.77
173	86.00	0.0000435	0.0000218	8.00
174	86.50	0.0000397	0.0000198	7.30
175	87.00	0.0000361	0.0000181	6.65
176	87.50	0.0000329	0.0000165	6.06
177	88.00	0.0000300	0.0000150	5.51
178	88.50	0.0000273	0.0000136	5.01
179	89.00	0.0000248	0.0000124	4.56
180	89.50	0.0000225	0.0000113	4.14
181	90.00	0.0000204	0.0000102	3.76
182	90.50	0.0000186	0.0000093	3.41
183	91.00	0.0000168	0.0000084	3.10
184	91.50	0.0000153	0.0000076	2.81
185	92.00	0.0000138	0.0000069	2.54
186	92.50	0.0000125	0.0000063	2.30
187	93.00	0.0000113	0.0000057	2.08
188	93.50	0.0000102	0.0000051	1.88
189	94.00	0.0000092	0.0000046	1.70
190	94.50	0.0000084	0.0000042	1.54
191	95.00	0.0000075	0.0000038	1.39
192	95.50	0.0000068	0.0000034	1.25
193	96.00	0.0000061	0.0000031	1.13
194	96.50	0.0000055	0.0000028	1.02
195	97.00	0.0000050	0.0000025	0.91
196	97.50	0.0000045	0.0000022	0.82
197	98.00	0.0000040	0.0000020	0.74
198	98.50	0.0000036	0.0000018	0.67
199	99.00	0.0000032	0.0000016	0.60
200	99.50	0.0000029	0.0000015	0.54
201	100.00	0.0000026	0.0000013	0.48
202	100.50	0.0000023	0.0000012	0.43
203	101.00	0.0000021	0.0000011	0.39
204	101.50	0.0000019	0.0000009	0.35
205	102.00	0.0000017	0.0000008	0.31
206	102.50	0.0000015	0.0000008	0.28
207	103.00	0.0000013	0.0000007	0.25
208	103.50	0.0000012	0.0000006	0.22
209	104.00	0.0000011	0.0000005	0.20
210	104.50	0.0000010	0.0000005	0.18
211	105.00	0.0000009	0.0000004	0.16

212	105.50	0.0000008	0.0000004	0.14
213	106.00	0.0000007	0.0000003	0.13
214	106.50	0.0000006	0.0000003	0.11
215	107.00	0.0000005	0.0000003	0.10
216	107.50	0.0000005	0.0000002	0.09
217	108.00	0.0000004	0.0000002	0.08
218	108.50	0.0000004	0.0000002	0.07
219	109.00	0.0000003	0.0000002	0.06
220	109.50	0.0000003	0.0000001	0.05
221	110.00	0.0000003	0.0000001	0.05
222	110.50	0.0000002	0.0000001	0.04
223	111.00	0.0000002	0.0000001	0.04
224	111.50	0.0000002	0.0000001	0.03
225	112.00	0.0000002	0.0000001	0.03
226	112.50	0.0000001	0.0000001	0.03
227	113.00	0.0000001	0.0000001	0.02
228	113.50	0.0000001	0.0000001	0.02
229	114.00	0.0000001	0.0000000	0.02
230	114.50	0.0000001	0.0000000	0.02
231	115.00	0.0000001	0.0000000	0.01
232	115.50	0.0000001	0.0000000	0.01
233	116.00	0.0000001	0.0000000	0.01
234	116.50	0.0000001	0.0000000	0.01
235	117.00	0.0000000	0.0000000	0.01
236	117.50	0.0000000	0.0000000	0.01
237	118.00	0.0000000	0.0000000	0.01
238	118.50	0.0000000	0.0000000	0.01
239	119.00	0.0000000	0.0000000	0.01
240	119.50	0.0000000	0.0000000	0.00
241	120.00	0.0000000	0.0000000	0.00

1	Hs	=	4	m	
2	m_0	=	655.40685		
3	m_2	=	313.86052		
4	S_{ext}	=	96.34	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.11	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	52,099,176	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	234,275	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00000	4	6.49	42.08	0.00000	0.00000	0.00000
0.4	0.03837	2	4.67	21.79	0.83633	1.67265	0.26762
0.5	1.11254	4	13.57	184.21	204.93797	819.75189	204.93797
0.6	2.23722	2	31.69	1004.23	2246.67631	4493.35262	1617.60694
0.7	2.06417	4	39.20	1536.82	3172.26988	12689.07952	6217.64897
0.8	1.48006	2	13.92	193.74	286.74544	573.49089	367.03417
0.9	0.98163	4	14.78	218.47	214.45677	857.82710	694.83995
1.0	0.64181	2	9.87	97.39	62.50660	125.01321	125.01321
1.1	0.42384	4	4.63	21.40	9.06987	36.27948	43.89817
1.2	0.28524	2	6.10	37.26	10.62686	21.25372	30.60536
1.3	0.19613	4	2.03	4.14	0.81139	3.24555	5.48498
1.4	0.13779	2	5.96	35.47	4.88663	9.77325	19.15557
1.5	0.09879	4	4.29	18.40	1.81752	7.27009	16.35770
1.6	0.07217	2	7.35	54.08	3.90298	7.80595	19.98324
1.7	0.05364	4	5.86	34.32	1.84089	7.36354	21.28063
1.8	0.04050	2	6.53	42.67	1.72805	3.45610	11.19777
1.9	0.03102	4	6.06	36.71	1.13844	4.55376	16.43909
2.0	0.02407	1	6.50	42.22	1.01608	1.01608	4.06432

Σ	19662.20541	9415.81567
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	96.34	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	-
2	0.50	0.00076274	0.00038137	89.35
3	1.00	0.00152461	0.00076230	178.59
4	1.50	0.00228473	0.00114236	267.63
5	2.00	0.00304224	0.00152112	356.36
6	2.50	0.00379628	0.00189814	444.69
7	3.00	0.00454599	0.00227299	532.50

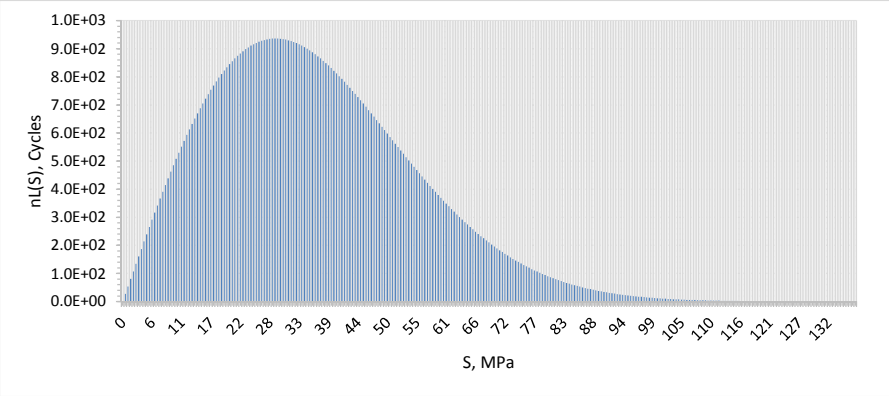
8	3.50	0.00529052	0.00264526	619.72
9	4.00	0.00602904	0.00301452	706.23
10	4.50	0.00676071	0.00338036	791.93
11	5.00	0.00748473	0.00374236	876.74
12	5.50	0.00820029	0.00410015	960.56
13	6.00	0.00890662	0.00445331	1,043.30
14	6.50	0.00960294	0.00480147	1,124.86
15	7.00	0.01028851	0.00514426	1,205.17
16	7.50	0.01096260	0.00548130	1,284.13
17	8.00	0.01162451	0.00581226	1,361.66
18	8.50	0.01227355	0.00613678	1,437.69
19	9.00	0.01290907	0.00645453	1,512.13
20	9.50	0.01353042	0.00676521	1,584.92
21	10.00	0.01413700	0.00706850	1,655.97
22	10.50	0.01472823	0.00736412	1,725.23
23	11.00	0.01530356	0.00765178	1,792.62
24	11.50	0.01586245	0.00793122	1,858.08
25	12.00	0.01640441	0.00820221	1,921.57
26	12.50	0.01692898	0.00846449	1,983.01
27	13.00	0.01743572	0.00871786	2,042.37
28	13.50	0.01792422	0.00896211	2,099.59
29	14.00	0.01839412	0.00919706	2,154.64
30	14.50	0.01884507	0.00942253	2,207.46
31	15.00	0.01927676	0.00963838	2,258.03
32	15.50	0.01968892	0.00984446	2,306.31
33	16.00	0.02008130	0.01004065	2,352.27
34	16.50	0.02045371	0.01022685	2,395.89
35	17.00	0.02080594	0.01040297	2,437.15
36	17.50	0.02113788	0.01056894	2,476.03
37	18.00	0.02144939	0.01072469	2,512.52
38	18.50	0.02174040	0.01087020	2,546.61
39	19.00	0.02201087	0.01100544	2,578.29
40	19.50	0.02226078	0.01113039	2,607.57
41	20.00	0.02249015	0.01124507	2,634.44
42	20.50	0.02269902	0.01134951	2,658.90
43	21.00	0.02288746	0.01144373	2,680.98
44	21.50	0.02305560	0.01152780	2,700.67
45	22.00	0.02320355	0.01160177	2,718.00
46	22.50	0.02333149	0.01166574	2,732.99
47	23.00	0.02343961	0.01171980	2,745.65
48	23.50	0.02352812	0.01176406	2,756.02
49	24.00	0.02359727	0.01179864	2,764.12
50	24.50	0.02364734	0.01182367	2,769.99
51	25.00	0.02367860	0.01183930	2,773.65
52	25.50	0.02369139	0.01184569	2,775.15
53	26.00	0.02368603	0.01184302	2,774.52
54	26.50	0.02366289	0.01183144	2,771.81
55	27.00	0.02362234	0.01181117	2,767.06
56	27.50	0.02356478	0.01178239	2,760.31
57	28.00	0.02349063	0.01174532	2,751.63
58	28.50	0.02340032	0.01170016	2,741.05
59	29.00	0.02329430	0.01164715	2,728.63
60	29.50	0.02317302	0.01158651	2,714.42
61	30.00	0.02303696	0.01151848	2,698.49
62	30.50	0.02288661	0.01144331	2,680.88
63	31.00	0.02272246	0.01136123	2,661.65
64	31.50	0.02254502	0.01127251	2,640.86
65	32.00	0.02235480	0.01117740	2,618.58
66	32.50	0.02215231	0.01107616	2,594.86
67	33.00	0.02193810	0.01096905	2,569.77
68	33.50	0.02171269	0.01085635	2,543.37
69	34.00	0.02147661	0.01073831	2,515.71
70	34.50	0.02123041	0.01061521	2,486.87
71	35.00	0.02097462	0.01048731	2,456.91
72	35.50	0.02070978	0.01035489	2,425.89
73	36.00	0.02043643	0.01021822	2,393.87
74	36.50	0.02015511	0.01007756	2,360.92
75	37.00	0.01986635	0.00993318	2,327.09

76	37.50	0.01957069	0.00978535	2,292.46
77	38.00	0.01926865	0.00963433	2,257.08
78	38.50	0.01896075	0.00948038	2,221.01
79	39.00	0.01864751	0.00932376	2,184.32
80	39.50	0.01832944	0.00916472	2,147.06
81	40.00	0.01800704	0.00900352	2,109.30
82	40.50	0.01768080	0.00884040	2,071.08
83	41.00	0.01735120	0.00867560	2,032.47
84	41.50	0.01701872	0.00850936	1,993.53
85	42.00	0.01668383	0.00834191	1,954.30
86	42.50	0.01634697	0.00817348	1,914.84
87	43.00	0.01600858	0.00800429	1,875.20
88	43.50	0.01566911	0.00783455	1,835.44
89	44.00	0.01532896	0.00766448	1,795.59
90	44.50	0.01498853	0.00749427	1,755.72
91	45.00	0.01464823	0.00732412	1,715.85
92	45.50	0.01430843	0.00715422	1,676.05
93	46.00	0.01396949	0.00698475	1,636.35
94	46.50	0.01363178	0.00681589	1,596.79
95	47.00	0.01329561	0.00664781	1,557.41
96	47.50	0.01296132	0.00648066	1,518.25
97	48.00	0.01262922	0.00631461	1,479.35
98	48.50	0.01229960	0.00614980	1,440.74
99	49.00	0.01197274	0.00598637	1,402.45
100	49.50	0.01164891	0.00582446	1,364.52
101	50.00	0.01132837	0.00566418	1,326.97
102	50.50	0.01101133	0.00550567	1,289.84
103	51.00	0.01069805	0.00534902	1,253.14
104	51.50	0.01038871	0.00519435	1,216.91
105	52.00	0.01008352	0.00504176	1,181.16
106	52.50	0.00978265	0.00489133	1,145.91
107	53.00	0.00948629	0.00474314	1,111.20
108	53.50	0.00919457	0.00459729	1,077.03
109	54.00	0.00890765	0.00445383	1,043.42
110	54.50	0.00862565	0.00431283	1,010.39
111	55.00	0.00834870	0.00417435	977.94
112	55.50	0.00807688	0.00403844	946.10
113	56.00	0.00781030	0.00390515	914.88
114	56.50	0.00754904	0.00377452	884.27
115	57.00	0.00729316	0.00364658	854.30
116	57.50	0.00704273	0.00352136	824.97
117	58.00	0.00679779	0.00339889	796.27
118	58.50	0.00655838	0.00327919	768.23
119	59.00	0.00632452	0.00316226	740.84
120	59.50	0.00609624	0.00304812	714.10
121	60.00	0.00587354	0.00293677	688.01
122	60.50	0.00565643	0.00282821	662.58
123	61.00	0.00544489	0.00272245	637.80
124	61.50	0.00523892	0.00261946	613.67
125	62.00	0.00503848	0.00251924	590.19
126	62.50	0.00484354	0.00242177	567.36
127	63.00	0.00465408	0.00232704	545.17
128	63.50	0.00447004	0.00223502	523.61
129	64.00	0.00429137	0.00214568	502.68
130	64.50	0.00411802	0.00205901	482.37
131	65.00	0.00394993	0.00197496	462.68
132	65.50	0.00378703	0.00189352	443.60
133	66.00	0.00362925	0.00181463	425.12
134	66.50	0.00347652	0.00173826	407.23
135	67.00	0.00332876	0.00166438	389.92
136	67.50	0.00318589	0.00159295	373.19
137	68.00	0.00304782	0.00152391	357.01
138	68.50	0.00291446	0.00145723	341.39
139	69.00	0.00278573	0.00139287	326.31
140	69.50	0.00266153	0.00133076	311.76
141	70.00	0.00254176	0.00127088	297.74
142	70.50	0.00242634	0.00121317	284.21
143	71.00	0.00231515	0.00115758	271.19

144	71.50	0.00220811	0.00110406	258.65
145	72.00	0.00210511	0.00105256	246.59
146	72.50	0.00200606	0.00100303	234.98
147	73.00	0.00191084	0.00095542	223.83
148	73.50	0.00181937	0.00090968	213.12
149	74.00	0.00173153	0.00086577	202.83
150	74.50	0.00164723	0.00082362	192.95
151	75.00	0.00156637	0.00078318	183.48
152	75.50	0.00148884	0.00074442	174.40
153	76.00	0.00141455	0.00070727	165.70
154	76.50	0.00134339	0.00067170	157.36
155	77.00	0.00127527	0.00063764	149.38
156	77.50	0.00121010	0.00060505	141.75
157	78.00	0.00114776	0.00057388	134.45
158	78.50	0.00108818	0.00054409	127.47
159	79.00	0.00103126	0.00051563	120.80
160	79.50	0.00097690	0.00048845	114.43
161	80.00	0.00092502	0.00046251	108.35
162	80.50	0.00087553	0.00043776	102.56
163	81.00	0.00082833	0.00041417	97.03
164	81.50	0.00078335	0.00039168	91.76
165	82.00	0.00074051	0.00037025	86.74
166	82.50	0.00069971	0.00034986	81.96
167	83.00	0.00066089	0.00033044	77.41
168	83.50	0.00062395	0.00031198	73.09
169	84.00	0.00058884	0.00029442	68.98
170	84.50	0.00055547	0.00027774	65.07
171	85.00	0.00052377	0.00026189	61.35
172	85.50	0.00049368	0.00024684	57.83
173	86.00	0.00046512	0.00023256	54.48
174	86.50	0.00043804	0.00021902	51.31
175	87.00	0.00041236	0.00020618	48.30
176	87.50	0.00038802	0.00019401	45.45
177	88.00	0.00036497	0.00018248	42.75
178	88.50	0.00034314	0.00017157	40.20
179	89.00	0.00032249	0.00016125	37.78
180	89.50	0.00030296	0.00015148	35.49
181	90.00	0.00028449	0.00014224	33.32
182	90.50	0.00026704	0.00013352	31.28
183	91.00	0.00025055	0.00012528	29.35
184	91.50	0.00023499	0.00011749	27.53
185	92.00	0.00022030	0.00011015	25.81
186	92.50	0.00020644	0.00010322	24.18
187	93.00	0.00019338	0.00009669	22.65
188	93.50	0.00018107	0.00009054	21.21
189	94.00	0.00016947	0.00008474	19.85
190	94.50	0.00015855	0.00007928	18.57
191	95.00	0.00014828	0.00007414	17.37
192	95.50	0.00013861	0.00006931	16.24
193	96.00	0.00012952	0.00006476	15.17
194	96.50	0.00012098	0.00006049	14.17
195	97.00	0.00011295	0.00005648	13.23
196	97.50	0.00010542	0.00005271	12.35
197	98.00	0.00009834	0.00004917	11.52
198	98.50	0.00009171	0.00004585	10.74
199	99.00	0.00008548	0.00004274	10.01
200	99.50	0.00007965	0.00003983	9.33
201	100.00	0.00007419	0.00003709	8.69
202	100.50	0.00006907	0.00003453	8.09
203	101.00	0.00006428	0.00003214	7.53
204	101.50	0.00005979	0.00002990	7.00
205	102.00	0.00005560	0.00002780	6.51
206	102.50	0.00005168	0.00002584	6.05
207	103.00	0.00004802	0.00002401	5.62
208	103.50	0.00004459	0.00002230	5.22
209	104.00	0.00004140	0.00002070	4.85
210	104.50	0.00003842	0.00001921	4.50
211	105.00	0.00003564	0.00001782	4.17

212	105.50	0.00003304	0.00001652	3.87
213	106.00	0.00003063	0.00001531	3.59
214	106.50	0.00002838	0.00001419	3.32
215	107.00	0.00002628	0.00001314	3.08
216	107.50	0.00002433	0.00001216	2.85
217	108.00	0.00002251	0.00001126	2.64
218	108.50	0.00002082	0.00001041	2.44
219	109.00	0.00001925	0.00000963	2.26
220	109.50	0.00001780	0.00000890	2.08
221	110.00	0.00001644	0.00000822	1.93
222	110.50	0.00001518	0.00000759	1.78
223	111.00	0.00001402	0.00000701	1.64
224	111.50	0.00001293	0.00000647	1.52
225	112.00	0.00001193	0.00000597	1.40
226	112.50	0.00001100	0.00000550	1.29
227	113.00	0.00001014	0.00000507	1.19
228	113.50	0.00000934	0.00000467	1.09
229	114.00	0.00000860	0.00000430	1.01
230	114.50	0.00000792	0.00000396	0.93
231	115.00	0.00000729	0.00000364	0.85
232	115.50	0.00000670	0.00000335	0.79
233	116.00	0.00000616	0.00000308	0.72
234	116.50	0.00000566	0.00000283	0.66
235	117.00	0.00000520	0.00000260	0.61
236	117.50	0.00000478	0.00000239	0.56
237	118.00	0.00000439	0.00000219	0.51
238	118.50	0.00000403	0.00000201	0.47
239	119.00	0.00000369	0.00000185	0.43
240	119.50	0.00000339	0.00000169	0.40
241	120.00	0.00000310	0.00000155	0.36
242	120.50	0.00000284	0.00000142	0.33
243	121.00	0.00000260	0.00000130	0.30
244	121.50	0.00000238	0.00000119	0.28
245	122.00	0.00000218	0.00000109	0.26
246	122.50	0.00000199	0.00000100	0.23
247	123.00	0.00000182	0.00000091	0.21
248	123.50	0.00000167	0.00000083	0.20
249	124.00	0.00000152	0.00000076	0.18
250	124.50	0.00000139	0.00000070	0.16
251	125.00	0.00000127	0.00000063	0.15
252	125.50	0.00000116	0.00000058	0.14
253	126.00	0.00000106	0.00000053	0.12
254	126.50	0.00000096	0.00000048	0.11
255	127.00	0.00000088	0.00000044	0.10
256	127.50	0.00000080	0.00000040	0.09
257	128.00	0.00000073	0.00000036	0.09
258	128.50	0.00000066	0.00000033	0.08
259	129.00	0.00000060	0.00000030	0.07
260	129.50	0.00000055	0.00000027	0.06
261	130.00	0.00000050	0.00000025	0.06
262	130.50	0.00000045	0.00000023	0.05
263	131.00	0.00000041	0.00000021	0.05
264	131.50	0.00000037	0.00000019	0.04
265	132.00	0.00000034	0.00000017	0.04
266	132.50	0.00000031	0.00000015	0.04
267	133.00	0.00000028	0.00000014	0.03
268	133.50	0.00000025	0.00000013	0.03
269	134.00	0.00000023	0.00000011	0.03
270	134.50	0.00000021	0.00000010	0.02
271	135.00	0.00000019	0.00000009	0.02
272	135.50	0.00000017	0.00000009	0.02
273	136.00	0.00000015	0.00000008	0.02
274	136.50	0.00000014	0.00000007	0.02
275	137.00	0.00000013	0.00000006	0.01
276	137.50	0.00000011	0.00000006	0.01
277	138.00	0.00000010	0.00000005	0.01
278	138.50	0.00000009	0.00000005	0.01
279	139.00	0.00000008	0.00000004	0.01

1	Hs	=	4.5	m	
2	m_0	=	818.59632		
3	m_2	=	381.54300		
4	S_{ext}	=	107.57	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.11	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	51,399,021	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	88,344	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO² (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00000	4	6.49	42.08	0.00008	0.00031	0.00003
0.4	0.18884	2	4.67	21.79	4.11570	8.23140	1.31702
0.5	2.13692	4	13.57	184.21	393.63474	1574.53894	393.63474
0.6	3.06488	2	31.69	1004.23	3077.83448	6155.66896	2216.04082
0.7	2.44645	4	39.20	1536.82	3759.75850	15039.03398	7369.12665
0.8	1.63506	2	13.92	193.74	316.77490	633.54980	405.47187
0.9	1.04460	4	14.78	218.47	228.21447	912.85788	739.41488
1.0	0.66853	2	9.87	97.39	65.10927	130.21854	130.21854
1.1	0.43582	4	4.63	21.40	9.32614	37.30456	45.13852
1.2	0.29090	2	6.10	37.26	10.83800	21.67600	31.21343
1.3	0.19895	4	2.03	4.14	0.82306	3.29224	5.56389
1.4	0.13926	2	5.96	35.47	4.93879	9.87759	19.36007
1.5	0.09958	4	4.29	18.40	1.83223	7.32891	16.49004
1.6	0.07262	2	7.35	54.08	3.92735	7.85470	20.10802
1.7	0.05390	4	5.86	34.32	1.84990	7.39960	21.38483
1.8	0.04065	2	6.53	42.67	1.73478	3.46956	11.24137
1.9	0.03111	4	6.06	36.71	1.14201	4.56804	16.49063
2.0	0.02413	1	6.50	42.22	1.01867	1.01867	4.07469

Σ	24557.88968	11446.29007
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	107.57	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	-
2	0.50	0.00061071	0.00030535	26.98
3	1.00	0.00122086	0.00061043	53.93
4	1.50	0.00182989	0.00091494	80.83
5	2.00	0.00243724	0.00121862	107.66
6	2.50	0.00304237	0.00152119	134.39
7	3.00	0.00364472	0.00182236	160.99

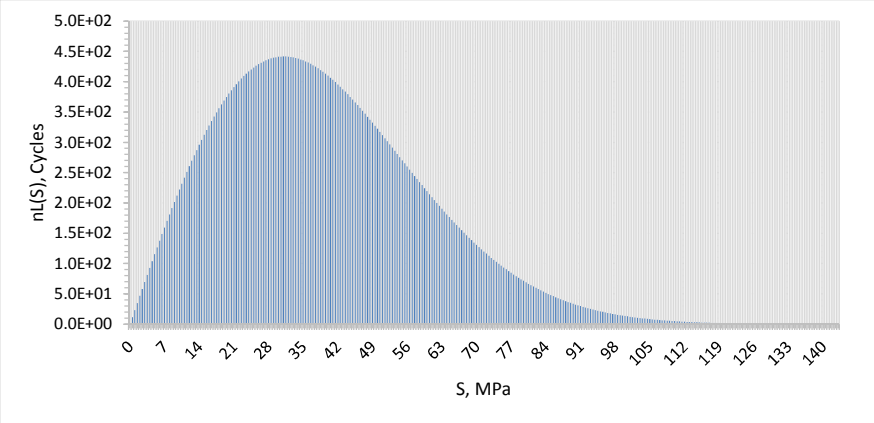
8	3.50	0.00424374	0.00212187	187.45
9	4.00	0.00483889	0.00241945	213.74
10	4.50	0.00542964	0.00271482	239.84
11	5.00	0.00601546	0.00300773	265.71
12	5.50	0.00659582	0.00329791	291.35
13	6.00	0.00717021	0.00358510	316.72
14	6.50	0.00773813	0.00386906	341.81
15	7.00	0.00829908	0.00414954	366.59
16	7.50	0.00885259	0.00442629	391.03
17	8.00	0.00939816	0.00469908	415.13
18	8.50	0.00993536	0.00496768	438.86
19	9.00	0.01046372	0.00523186	462.20
20	9.50	0.01098281	0.00549140	485.13
21	10.00	0.01149221	0.00574610	507.63
22	10.50	0.01199151	0.00599575	529.69
23	11.00	0.01248031	0.00624016	551.28
24	11.50	0.01295825	0.00647913	572.39
25	12.00	0.01342496	0.00671248	593.00
26	12.50	0.01388009	0.00694004	613.11
27	13.00	0.01432331	0.00716165	632.69
28	13.50	0.01475431	0.00737716	651.72
29	14.00	0.01517280	0.00758640	670.21
30	14.50	0.01557850	0.00778925	688.13
31	15.00	0.01597115	0.00798558	705.47
32	15.50	0.01635051	0.00817526	722.23
33	16.00	0.01671636	0.00835818	738.39
34	16.50	0.01706849	0.00853424	753.95
35	17.00	0.01740671	0.00870336	768.89
36	17.50	0.01773087	0.00886543	783.20
37	18.00	0.01804081	0.00902040	796.89
38	18.50	0.01833640	0.00916820	809.95
39	19.00	0.01861753	0.00930877	822.37
40	19.50	0.01888412	0.00944206	834.15
41	20.00	0.01913608	0.00956804	845.28
42	20.50	0.01937337	0.00968669	855.76
43	21.00	0.01959595	0.00979798	865.59
44	21.50	0.01980380	0.00990190	874.77
45	22.00	0.01999693	0.00999846	883.30
46	22.50	0.02017534	0.01008767	891.18
47	23.00	0.02033908	0.01016954	898.41
48	23.50	0.02048821	0.01024410	905.00
49	24.00	0.02062278	0.01031139	910.94
50	24.50	0.02074289	0.01037145	916.25
51	25.00	0.02084865	0.01042432	920.92
52	25.50	0.02094016	0.01047008	924.96
53	26.00	0.02101757	0.01050879	928.38
54	26.50	0.02108103	0.01054051	931.19
55	27.00	0.02113069	0.01056535	933.38
56	27.50	0.02116675	0.01058337	934.97
57	28.00	0.02118938	0.01059469	935.97
58	28.50	0.02119880	0.01059940	936.39
59	29.00	0.02119522	0.01059761	936.23
60	29.50	0.02117888	0.01058944	935.51
61	30.00	0.02115000	0.01057500	934.23
62	30.50	0.02110886	0.01055443	932.42
63	31.00	0.02105569	0.01052785	930.07
64	31.50	0.02099079	0.01049540	927.20
65	32.00	0.02091443	0.01045721	923.83
66	32.50	0.02082689	0.01041345	919.96
67	33.00	0.02072848	0.01036424	915.61
68	33.50	0.02061951	0.01030975	910.80
69	34.00	0.02050027	0.01025013	905.53
70	34.50	0.02037109	0.01018555	899.83
71	35.00	0.02023230	0.01011615	893.70
72	35.50	0.02008421	0.01004211	887.16
73	36.00	0.01992717	0.00996359	880.22
74	36.50	0.01976151	0.00988075	872.90
75	37.00	0.01958756	0.00979378	865.22

76	37.50	0.01940567	0.00970284	857.18
77	38.00	0.01921618	0.00960809	848.81
78	38.50	0.01901944	0.00950972	840.12
79	39.00	0.01881579	0.00940790	831.13
80	39.50	0.01860558	0.00930279	821.84
81	40.00	0.01838915	0.00919458	812.28
82	40.50	0.01816685	0.00908343	802.46
83	41.00	0.01793903	0.00896951	792.40
84	41.50	0.01770602	0.00885301	782.11
85	42.00	0.01746816	0.00873408	771.60
86	42.50	0.01722579	0.00861290	760.89
87	43.00	0.01697925	0.00848963	750.00
88	43.50	0.01672887	0.00836443	738.94
89	44.00	0.01647496	0.00823748	727.73
90	44.50	0.01621786	0.00810893	716.37
91	45.00	0.01595789	0.00797894	704.89
92	45.50	0.01569535	0.00784767	693.29
93	46.00	0.01543055	0.00771527	681.59
94	46.50	0.01516379	0.00758190	669.81
95	47.00	0.01489538	0.00744769	657.96
96	47.50	0.01462559	0.00731279	646.04
97	48.00	0.01435471	0.00717736	634.07
98	48.50	0.01408302	0.00704151	622.07
99	49.00	0.01381078	0.00690539	610.05
100	49.50	0.01353826	0.00676913	598.01
101	50.00	0.01326572	0.00663286	585.97
102	50.50	0.01299339	0.00649669	573.94
103	51.00	0.01272152	0.00636076	561.93
104	51.50	0.01245033	0.00622517	549.95
105	52.00	0.01218006	0.00609003	538.02
106	52.50	0.01191092	0.00595546	526.13
107	53.00	0.01164311	0.00582155	514.30
108	53.50	0.01137683	0.00568841	502.53
109	54.00	0.01111228	0.00555614	490.85
110	54.50	0.01084963	0.00542482	479.25
111	55.00	0.01058907	0.00529454	467.74
112	55.50	0.01033076	0.00516538	456.33
113	56.00	0.01007485	0.00503742	445.02
114	56.50	0.00982149	0.00491075	433.83
115	57.00	0.00957084	0.00478542	422.76
116	57.50	0.00932302	0.00466151	411.81
117	58.00	0.00907815	0.00453907	401.00
118	58.50	0.00883636	0.00441818	390.32
119	59.00	0.00859775	0.00429888	379.78
120	59.50	0.00836244	0.00418122	369.38
121	60.00	0.00813050	0.00406525	359.14
122	60.50	0.00790204	0.00395102	349.05
123	61.00	0.00767712	0.00383856	339.11
124	61.50	0.00745583	0.00372792	329.34
125	62.00	0.00723823	0.00361912	319.73
126	62.50	0.00702438	0.00351219	310.28
127	63.00	0.00681433	0.00340716	301.00
128	63.50	0.00660812	0.00330406	291.89
129	64.00	0.00640580	0.00320290	282.96
130	64.50	0.00620740	0.00310370	274.19
131	65.00	0.00601294	0.00300647	265.60
132	65.50	0.00582246	0.00291123	257.19
133	66.00	0.00563596	0.00281798	248.95
134	66.50	0.00545345	0.00272673	240.89
135	67.00	0.00527494	0.00263747	233.00
136	67.50	0.00510044	0.00255022	225.30
137	68.00	0.00492993	0.00246497	217.76
138	68.50	0.00476341	0.00238171	210.41
139	69.00	0.00460086	0.00230043	203.23
140	69.50	0.00444227	0.00222114	196.22
141	70.00	0.00428762	0.00214381	189.39
142	70.50	0.00413687	0.00206844	182.73
143	71.00	0.00399001	0.00199500	176.25

144	71.50	0.00384699	0.00192349	169.93
145	72.00	0.00370778	0.00185389	163.78
146	72.50	0.00357235	0.00178618	157.80
147	73.00	0.00344065	0.00172033	151.98
148	73.50	0.00331264	0.00165632	146.33
149	74.00	0.00318827	0.00159414	140.83
150	74.50	0.00306750	0.00153375	135.50
151	75.00	0.00295026	0.00147513	130.32
152	75.50	0.00283651	0.00141826	125.29
153	76.00	0.00272620	0.00136310	120.42
154	76.50	0.00261926	0.00130963	115.70
155	77.00	0.00251564	0.00125782	111.12
156	77.50	0.00241528	0.00120764	106.69
157	78.00	0.00231812	0.00115906	102.40
158	78.50	0.00222410	0.00111205	98.24
159	79.00	0.00213315	0.00106657	94.22
160	79.50	0.00204521	0.00102261	90.34
161	80.00	0.00196023	0.00098011	86.59
162	80.50	0.00187812	0.00093906	82.96
163	81.00	0.00179884	0.00089942	79.46
164	81.50	0.00172232	0.00086116	76.08
165	82.00	0.00164848	0.00082424	72.82
166	82.50	0.00157727	0.00078863	69.67
167	83.00	0.00150862	0.00075431	66.64
168	83.50	0.00144246	0.00072123	63.72
169	84.00	0.00137873	0.00068937	60.90
170	84.50	0.00131737	0.00065869	58.19
171	85.00	0.00125831	0.00062916	55.58
172	85.50	0.00120150	0.00060075	53.07
173	86.00	0.00114685	0.00057343	50.66
174	86.50	0.00109433	0.00054716	48.34
175	87.00	0.00104385	0.00052192	46.11
176	87.50	0.00099536	0.00049768	43.97
177	88.00	0.00094881	0.00047440	41.91
178	88.50	0.00090413	0.00045206	39.94
179	89.00	0.00086126	0.00043063	38.04
180	89.50	0.00082015	0.00041007	36.23
181	90.00	0.00078073	0.00039037	34.49
182	90.50	0.00074297	0.00037148	32.82
183	91.00	0.00070679	0.00035339	31.22
184	91.50	0.00067215	0.00033607	29.69
185	92.00	0.00063899	0.00031949	28.23
186	92.50	0.00060726	0.00030363	26.82
187	93.00	0.00057692	0.00028846	25.48
188	93.50	0.00054790	0.00027395	24.20
189	94.00	0.00052018	0.00026009	22.98
190	94.50	0.00049369	0.00024684	21.81
191	95.00	0.00046839	0.00023420	20.69
192	95.50	0.00044425	0.00022212	19.62
193	96.00	0.00042120	0.00021060	18.61
194	96.50	0.00039922	0.00019961	17.63
195	97.00	0.00037827	0.00018913	16.71
196	97.50	0.00035829	0.00017914	15.83
197	98.00	0.00033925	0.00016963	14.99
198	98.50	0.00032112	0.00016056	14.18
199	99.00	0.00030386	0.00015193	13.42
200	99.50	0.00028743	0.00014372	12.70
201	100.00	0.00027180	0.00013590	12.01
202	100.50	0.00025694	0.00012847	11.35
203	101.00	0.00024280	0.00012140	10.73
204	101.50	0.00022937	0.00011469	10.13
205	102.00	0.00021661	0.00010831	9.57
206	102.50	0.00020450	0.00010225	9.03
207	103.00	0.00019299	0.00009650	8.52
208	103.50	0.00018208	0.00009104	8.04
209	104.00	0.00017172	0.00008586	7.59
210	104.50	0.00016190	0.00008095	7.15
211	105.00	0.00015260	0.00007630	6.74

212	105.50	0.00014378	0.00007189	6.35
213	106.00	0.00013542	0.00006771	5.98
214	106.50	0.00012751	0.00006376	5.63
215	107.00	0.00012002	0.00006001	5.30
216	107.50	0.00011294	0.00005647	4.99
217	108.00	0.00010624	0.00005312	4.69
218	108.50	0.00009990	0.00004995	4.41
219	109.00	0.00009391	0.00004695	4.15
220	109.50	0.00008825	0.00004413	3.90
221	110.00	0.00008291	0.00004145	3.66
222	110.50	0.00007786	0.00003893	3.44
223	111.00	0.00007310	0.00003655	3.23
224	111.50	0.00006860	0.00003430	3.03
225	112.00	0.00006436	0.00003218	2.84
226	112.50	0.00006037	0.00003018	2.67
227	113.00	0.00005660	0.00002830	2.50
228	113.50	0.00005305	0.00002652	2.34
229	114.00	0.00004971	0.00002485	2.20
230	114.50	0.00004656	0.00002328	2.06
231	115.00	0.00004360	0.00002180	1.93
232	115.50	0.00004081	0.00002041	1.80
233	116.00	0.00003819	0.00001909	1.69
234	116.50	0.00003573	0.00001786	1.58
235	117.00	0.00003341	0.00001670	1.48
236	117.50	0.00003123	0.00001562	1.38
237	118.00	0.00002919	0.00001459	1.29
238	118.50	0.00002727	0.00001364	1.20
239	119.00	0.00002547	0.00001273	1.13
240	119.50	0.00002378	0.00001189	1.05
241	120.00	0.00002220	0.00001110	0.98
242	120.50	0.00002071	0.00001035	0.91
243	121.00	0.00001932	0.00000966	0.85
244	121.50	0.00001801	0.00000901	0.80
245	122.00	0.00001679	0.00000839	0.74
246	122.50	0.00001565	0.00000782	0.69
247	123.00	0.00001457	0.00000729	0.64
248	123.50	0.00001357	0.00000679	0.60
249	124.00	0.00001264	0.00000632	0.56
250	124.50	0.00001176	0.00000588	0.52
251	125.00	0.00001094	0.00000547	0.48
252	125.50	0.00001018	0.00000509	0.45
253	126.00	0.00000946	0.00000473	0.42
254	126.50	0.00000879	0.00000440	0.39
255	127.00	0.00000817	0.00000409	0.36
256	127.50	0.00000759	0.00000379	0.34
257	128.00	0.00000705	0.00000352	0.31
258	128.50	0.00000654	0.00000327	0.29
259	129.00	0.00000607	0.00000304	0.27
260	129.50	0.00000563	0.00000282	0.25
261	130.00	0.00000522	0.00000261	0.23
262	130.50	0.00000484	0.00000242	0.21
263	131.00	0.00000449	0.00000224	0.20
264	131.50	0.00000416	0.00000208	0.18
265	132.00	0.00000385	0.00000193	0.17
266	132.50	0.00000356	0.00000178	0.16
267	133.00	0.00000330	0.00000165	0.15
268	133.50	0.00000305	0.00000153	0.13
269	134.00	0.00000282	0.00000141	0.12
270	134.50	0.00000261	0.00000131	0.12
271	135.00	0.00000241	0.00000121	0.11
272	135.50	0.00000223	0.00000112	0.10
273	136.00	0.00000206	0.00000103	0.09
274	136.50	0.00000190	0.00000095	0.08
275	137.00	0.00000176	0.00000088	0.08
276	137.50	0.00000162	0.00000081	0.07
277	138.00	0.00000150	0.00000075	0.07
278	138.50	0.00000138	0.00000069	0.06
279	139.00	0.00000127	0.00000064	0.06

1	Hs	=	5	m	
2	m_0	=	970.12002		
3	m_2	=	442.15034		
4	S_{ext}	=	117.01	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.11	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	50,826,505	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	45,357	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00007	4	6.49	42.08	0.00289	0.01155	0.00104
0.4	0.59037	2	4.67	21.79	12.86695	25.73390	4.11742
0.5	3.40842	4	13.57	184.21	627.85382	2511.41527	627.85382
0.6	3.83882	2	31.69	1004.23	3855.04425	7710.08849	2775.63186
0.7	2.76260	4	39.20	1536.82	4245.62248	16982.48994	8321.42007
0.8	1.75579	2	13.92	193.74	340.16550	680.33100	435.41184
0.9	1.09211	4	14.78	218.47	238.59347	954.37389	773.04285
1.0	0.68833	2	9.87	97.39	67.03717	134.07434	134.07434
1.1	0.44459	4	4.63	21.40	9.51388	38.05552	46.04718
1.2	0.29503	2	6.10	37.26	10.99159	21.98318	31.65578
1.3	0.20100	4	2.03	4.14	0.83151	3.32605	5.62103
1.4	0.14032	2	5.96	35.47	4.97645	9.95290	19.50769
1.5	0.10016	4	4.29	18.40	1.84282	7.37127	16.58537
1.6	0.07294	2	7.35	54.08	3.94487	7.88975	20.19775
1.7	0.05409	4	5.86	34.32	1.85637	7.42549	21.45967
1.8	0.04077	2	6.53	42.67	1.73961	3.47922	11.27266
1.9	0.03118	4	6.06	36.71	1.14457	4.57828	16.52760
2.0	0.02417	1	6.50	42.22	1.02053	1.02053	4.08213

Σ	29103.60056	13264.51009
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	117.01	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	-
2	0.50	0.00051533	0.00025767	11.69

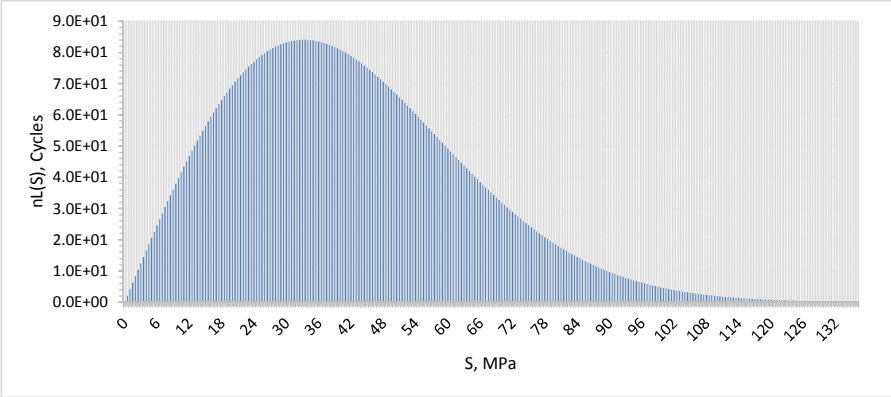
3	1.00	0.00103027	0.00051513	23.37
4	1.50	0.00154441	0.00077220	35.03
5	2.00	0.00205735	0.00102868	46.66
6	2.50	0.00256871	0.00128436	58.25
7	3.00	0.00307809	0.00153904	69.81
8	3.50	0.00358509	0.00179255	81.30
9	4.00	0.00408934	0.00204467	92.74
10	4.50	0.00459044	0.00229522	104.10
11	5.00	0.00508802	0.00254401	115.39
12	5.50	0.00558170	0.00279085	126.59
13	6.00	0.00607110	0.00303555	137.68
14	6.50	0.00655588	0.00327794	148.68
15	7.00	0.00703566	0.00351783	159.56
16	7.50	0.00751009	0.00375504	170.32
17	8.00	0.00797883	0.00398941	180.95
18	8.50	0.00844153	0.00422077	191.44
19	9.00	0.00889788	0.00444894	201.79
20	9.50	0.00934753	0.00467377	211.99
21	10.00	0.00979019	0.00489509	222.03
22	10.50	0.01022553	0.00511277	231.90
23	11.00	0.01065327	0.00532664	241.60
24	11.50	0.01107312	0.00553656	251.12
25	12.00	0.01148480	0.00574240	260.46
26	12.50	0.01188804	0.00594402	269.60
27	13.00	0.01228258	0.00614129	278.55
28	13.50	0.01266818	0.00633409	287.30
29	14.00	0.01304460	0.00652230	295.83
30	14.50	0.01341162	0.00670581	304.16
31	15.00	0.01376901	0.00688451	312.26
32	15.50	0.01411659	0.00705829	320.14
33	16.00	0.01445415	0.00722708	327.80
34	16.50	0.01478153	0.00739076	335.22
35	17.00	0.01509854	0.00754927	342.41
36	17.50	0.01540505	0.00770252	349.37
37	18.00	0.01570089	0.00785045	356.07
38	18.50	0.01598595	0.00799298	362.54
39	19.00	0.01626011	0.00813006	368.76
40	19.50	0.01652326	0.00826163	374.72
41	20.00	0.01677530	0.00838765	380.44
42	20.50	0.01701616	0.00850808	385.90
43	21.00	0.01724576	0.00862288	391.11
44	21.50	0.01746405	0.00873203	396.06
45	22.00	0.01767099	0.00883549	400.75
46	22.50	0.01786654	0.00893327	405.19
47	23.00	0.01805067	0.00902534	409.36
48	23.50	0.01822339	0.00911170	413.28
49	24.00	0.01838470	0.00919235	416.94
50	24.50	0.01853461	0.00926730	420.34
51	25.00	0.01867314	0.00933657	423.48
52	25.50	0.01880034	0.00940017	426.37
53	26.00	0.01891625	0.00945813	428.99
54	26.50	0.01902094	0.00951047	431.37
55	27.00	0.01911447	0.00955724	433.49
56	27.50	0.01919693	0.00959846	435.36
57	28.00	0.01926840	0.00963420	436.98
58	28.50	0.01932899	0.00966449	438.35
59	29.00	0.01937880	0.00968940	439.48
60	29.50	0.01941797	0.00970898	440.37
61	30.00	0.01944661	0.00972330	441.02
62	30.50	0.01946487	0.00973243	441.44
63	31.00	0.01947289	0.00973644	441.62
64	31.50	0.01947083	0.00973541	441.57
65	32.00	0.01945884	0.00972942	441.30

66	32.50	0.01943711	0.00971856	440.81
67	33.00	0.01940581	0.00970290	440.10
68	33.50	0.01936511	0.00968256	439.17
69	34.00	0.01931522	0.00965761	438.04
70	34.50	0.01925633	0.00962816	436.71
71	35.00	0.01918864	0.00959432	435.17
72	35.50	0.01911236	0.00955618	433.44
73	36.00	0.01902770	0.00951385	431.52
74	36.50	0.01893488	0.00946744	429.42
75	37.00	0.01883413	0.00941706	427.13
76	37.50	0.01872566	0.00936283	424.67
77	38.00	0.01860972	0.00930486	422.04
78	38.50	0.01848652	0.00924326	419.25
79	39.00	0.01835631	0.00917816	416.30
80	39.50	0.01821933	0.00910966	413.19
81	40.00	0.01807581	0.00903791	409.93
82	40.50	0.01792600	0.00896300	406.54
83	41.00	0.01777015	0.00888507	403.00
84	41.50	0.01760849	0.00880424	399.34
85	42.00	0.01744127	0.00872064	395.54
86	42.50	0.01726874	0.00863437	391.63
87	43.00	0.01709115	0.00854557	387.60
88	43.50	0.01690874	0.00845437	383.47
89	44.00	0.01672175	0.00836088	379.23
90	44.50	0.01653044	0.00826522	374.89
91	45.00	0.01633504	0.00816752	370.46
92	45.50	0.01613580	0.00806790	365.94
93	46.00	0.01593296	0.00796648	361.34
94	46.50	0.01572676	0.00786338	356.66
95	47.00	0.01551743	0.00775872	351.91
96	47.50	0.01530521	0.00765261	347.10
97	48.00	0.01509034	0.00754517	342.23
98	48.50	0.01487303	0.00743651	337.30
99	49.00	0.01465351	0.00732676	332.32
100	49.50	0.01443201	0.00721601	327.30
101	50.00	0.01420875	0.00710438	322.23
102	50.50	0.01398394	0.00699197	317.14
103	51.00	0.01375779	0.00687890	312.01
104	51.50	0.01353051	0.00676526	306.85
105	52.00	0.01330230	0.00665115	301.68
106	52.50	0.01307337	0.00653668	296.49
107	53.00	0.01284389	0.00642195	291.28
108	53.50	0.01261407	0.00630704	286.07
109	54.00	0.01238409	0.00619205	280.85
110	54.50	0.01215413	0.00607706	275.64
111	55.00	0.01192436	0.00596218	270.43
112	55.50	0.01169495	0.00584748	265.23
113	56.00	0.01146607	0.00573304	260.03
114	56.50	0.01123788	0.00561894	254.86
115	57.00	0.01101053	0.00550526	249.70
116	57.50	0.01078416	0.00539208	244.57
117	58.00	0.01055893	0.00527947	239.46
118	58.50	0.01033498	0.00516749	234.38
119	59.00	0.01011243	0.00505621	229.34
120	59.50	0.00989141	0.00494570	224.32
121	60.00	0.00967204	0.00483602	219.35
122	60.50	0.00945445	0.00472722	214.41
123	61.00	0.00923874	0.00461937	209.52
124	61.50	0.00902502	0.00451251	204.67
125	62.00	0.00881339	0.00440669	199.88
126	62.50	0.00860394	0.00430197	195.13
127	63.00	0.00839677	0.00419838	190.43
128	63.50	0.00819196	0.00409598	185.78

129	64.00	0.00798959	0.00399480	181.19
130	64.50	0.00778974	0.00389487	176.66
131	65.00	0.00759247	0.00379624	172.19
132	65.50	0.00739786	0.00369893	167.77
133	66.00	0.00720595	0.00360298	163.42
134	66.50	0.00701681	0.00350841	159.13
135	67.00	0.00683049	0.00341525	154.91
136	67.50	0.00664704	0.00332352	150.75
137	68.00	0.00646649	0.00323324	146.65
138	68.50	0.00628888	0.00314444	142.62
139	69.00	0.00611425	0.00305712	138.66
140	69.50	0.00594262	0.00297131	134.77
141	70.00	0.00577403	0.00288701	130.95
142	70.50	0.00560848	0.00280424	127.19
143	71.00	0.00544601	0.00272300	123.51
144	71.50	0.00528662	0.00264331	119.89
145	72.00	0.00513032	0.00256516	116.35
146	72.50	0.00497711	0.00248856	112.87
147	73.00	0.00482701	0.00241351	109.47
148	73.50	0.00468001	0.00234001	106.14
149	74.00	0.00453611	0.00226805	102.87
150	74.50	0.00439530	0.00219765	99.68
151	75.00	0.00425757	0.00212878	96.56
152	75.50	0.00412291	0.00206145	93.50
153	76.00	0.00399130	0.00199565	90.52
154	76.50	0.00386274	0.00193137	87.60
155	77.00	0.00373719	0.00186859	84.75
156	77.50	0.00361464	0.00180732	81.97
157	78.00	0.00349506	0.00174753	79.26
158	78.50	0.00337842	0.00168921	76.62
159	79.00	0.00326471	0.00163236	74.04
160	79.50	0.00315388	0.00157694	71.53
161	80.00	0.00304591	0.00152296	69.08
162	80.50	0.00294077	0.00147038	66.69
163	81.00	0.00283841	0.00141921	64.37
164	81.50	0.00273881	0.00136940	62.11
165	82.00	0.00264192	0.00132096	59.91
166	82.50	0.00254770	0.00127385	57.78
167	83.00	0.00245612	0.00122806	55.70
168	83.50	0.00236714	0.00118357	53.68
169	84.00	0.00228071	0.00114036	51.72
170	84.50	0.00219680	0.00109840	49.82
171	85.00	0.00211535	0.00105768	47.97
172	85.50	0.00203633	0.00101816	46.18
173	86.00	0.00195968	0.00097984	44.44
174	86.50	0.00188538	0.00094269	42.76
175	87.00	0.00181336	0.00090668	41.12
176	87.50	0.00174358	0.00087179	39.54
177	88.00	0.00167601	0.00083800	38.01
178	88.50	0.00161058	0.00080529	36.53
179	89.00	0.00154726	0.00077363	35.09
180	89.50	0.00148600	0.00074300	33.70
181	90.00	0.00142676	0.00071338	32.36
182	90.50	0.00136948	0.00068474	31.06
183	91.00	0.00131412	0.00065706	29.80
184	91.50	0.00126064	0.00063032	28.59
185	92.00	0.00120898	0.00060449	27.42
186	92.50	0.00115911	0.00057955	26.29
187	93.00	0.00111098	0.00055549	25.20
188	93.50	0.00106454	0.00053227	24.14
189	94.00	0.00101975	0.00050987	23.13
190	94.50	0.00097656	0.00048828	22.15
191	95.00	0.00093494	0.00046747	21.20

192	95.50	0.00089483	0.00044742	20.29
193	96.00	0.00085621	0.00042810	19.42
194	96.50	0.00081901	0.00040951	18.57
195	97.00	0.00078321	0.00039161	17.76
196	97.50	0.00074876	0.00037438	16.98
197	98.00	0.00071562	0.00035781	16.23
198	98.50	0.00068376	0.00034188	15.51
199	99.00	0.00065313	0.00032656	14.81
200	99.50	0.00062369	0.00031185	14.14
201	100.00	0.00059542	0.00029771	13.50
202	100.50	0.00056826	0.00028413	12.89
203	101.00	0.00054219	0.00027109	12.30
204	101.50	0.00051717	0.00025858	11.73
205	102.00	0.00049316	0.00024658	11.18
206	102.50	0.00047014	0.00023507	10.66
207	103.00	0.00044807	0.00022403	10.16
208	103.50	0.00042691	0.00021345	9.68
209	104.00	0.00040663	0.00020332	9.22
210	104.50	0.00038721	0.00019361	8.78
211	105.00	0.00036862	0.00018431	8.36
212	105.50	0.00035082	0.00017541	7.96
213	106.00	0.00033378	0.00016689	7.57
214	106.50	0.00031749	0.00015874	7.20
215	107.00	0.00030190	0.00015095	6.85
216	107.50	0.00028700	0.00014350	6.51
217	108.00	0.00027276	0.00013638	6.19
218	108.50	0.00025915	0.00012958	5.88
219	109.00	0.00024616	0.00012308	5.58
220	109.50	0.00023375	0.00011687	5.30
221	110.00	0.00022190	0.00011095	5.03
222	110.50	0.00021060	0.00010530	4.78
223	111.00	0.00019981	0.00009991	4.53
224	111.50	0.00018953	0.00009476	4.30
225	112.00	0.00017972	0.00008986	4.08
226	112.50	0.00017038	0.00008519	3.86
227	113.00	0.00016147	0.00008074	3.66
228	113.50	0.00015299	0.00007650	3.47
229	114.00	0.00014492	0.00007246	3.29
230	114.50	0.00013723	0.00006861	3.11
231	115.00	0.00012991	0.00006496	2.95
232	115.50	0.00012295	0.00006148	2.79
233	116.00	0.00011633	0.00005817	2.64
234	116.50	0.00011004	0.00005502	2.50
235	117.00	0.00010406	0.00005203	2.36
236	117.50	0.00009837	0.00004919	2.23
237	118.00	0.00009298	0.00004649	2.11
238	118.50	0.00008785	0.00004392	1.99
239	119.00	0.00008298	0.00004149	1.88
240	119.50	0.00007836	0.00003918	1.78
241	120.00	0.00007398	0.00003699	1.68
242	120.50	0.00006983	0.00003491	1.58
243	121.00	0.00006588	0.00003294	1.49
244	121.50	0.00006215	0.00003107	1.41
245	122.00	0.00005861	0.00002930	1.33
246	122.50	0.00005526	0.00002763	1.25
247	123.00	0.00005208	0.00002604	1.18
248	123.50	0.00004907	0.00002454	1.11
249	124.00	0.00004623	0.00002311	1.05
250	124.50	0.00004354	0.00002177	0.99
251	125.00	0.00004099	0.00002049	0.93
252	125.50	0.00003858	0.00001929	0.87
253	126.00	0.00003630	0.00001815	0.82
254	126.50	0.00003415	0.00001708	0.77

1	Hs	=	5.5	m	
2	m_0	=	1108.07259		
3	m_2	=	495.62977		
4	S_{ext}	=	124.97	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.11	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	50,351,520	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	9,225	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00099	4	6.49	42.08	0.04149	0.16597	0.01494
0.4	1.37212	2	4.67	21.79	29.90496	59.80993	9.56959
0.5	4.81478	4	13.57	184.21	886.91459	3547.65836	886.91459
0.6	4.53468	2	31.69	1004.23	4553.84818	9107.69635	3278.77069
0.7	3.02252	4	39.20	1536.82	4645.08494	18580.33977	9104.36649
0.8	1.85082	2	13.92	193.74	358.57664	717.15329	458.97811
0.9	1.12864	4	14.78	218.47	246.57540	986.30162	798.90431
1.0	0.70335	2	9.87	97.39	68.50024	137.00049	137.00049
1.1	0.45119	4	4.63	21.40	9.65521	38.62086	46.73124
1.2	0.29812	2	6.10	37.26	11.10663	22.21327	31.98710
1.3	0.20252	4	2.03	4.14	0.83782	3.35129	5.66368
1.4	0.14111	2	5.96	35.47	5.00450	10.00900	19.61763
1.5	0.10059	4	4.29	18.40	1.85069	7.40278	16.65625
1.6	0.07318	2	7.35	54.08	3.95789	7.91578	20.26440
1.7	0.05423	4	5.86	34.32	1.86118	7.44471	21.51522
1.8	0.04085	2	6.53	42.67	1.74319	3.48638	11.29587
1.9	0.03123	4	6.06	36.71	1.14647	4.58587	16.55500
2.0	0.02420	1	6.50	42.22	1.02191	1.02191	4.08764

Σ	33242.17760	14868.89322
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	124.97	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	-
2	0.50	0.00045118	0.00022559	2.08
3	1.00	0.00090206	0.00045103	4.16
4	1.50	0.00135233	0.00067616	6.24
5	2.00	0.00180168	0.00090084	8.31
6	2.50	0.00224982	0.00112491	10.38
7	3.00	0.00269643	0.00134822	12.44

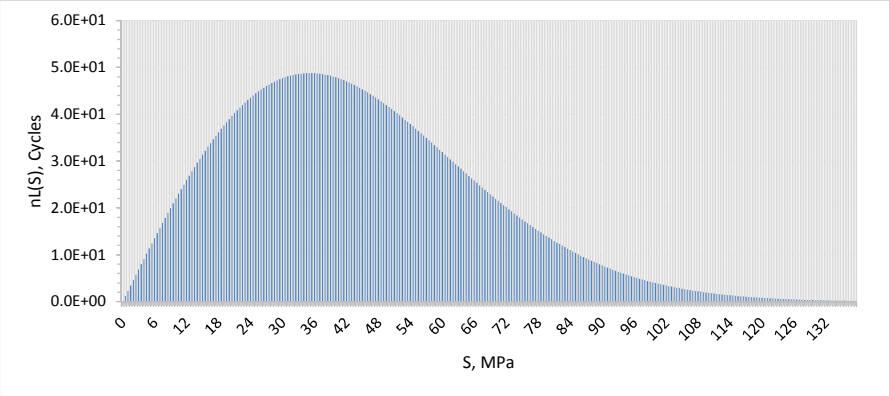
8	3.50	0.00314123	0.00157061	14.49
9	4.00	0.00358390	0.00179195	16.53
10	4.50	0.00402417	0.00201208	18.56
11	5.00	0.00446172	0.00223086	20.58
12	5.50	0.00489628	0.00244814	22.58
13	6.00	0.00532756	0.00266378	24.57
14	6.50	0.00575527	0.00287763	26.55
15	7.00	0.00617913	0.00308957	28.50
16	7.50	0.00659887	0.00329944	30.44
17	8.00	0.00701423	0.00350711	32.35
18	8.50	0.00742492	0.00371246	34.25
19	9.00	0.00783070	0.00391535	36.12
20	9.50	0.00823132	0.00411566	37.97
21	10.00	0.00862651	0.00431325	39.79
22	10.50	0.00901603	0.00450802	41.58
23	11.00	0.00939966	0.00469983	43.35
24	11.50	0.00977716	0.00488858	45.10
25	12.00	0.01014831	0.00507415	46.81
26	12.50	0.01051288	0.00525644	48.49
27	13.00	0.01087067	0.00543534	50.14
28	13.50	0.01122148	0.00561074	51.76
29	14.00	0.01156512	0.00578256	53.34
30	14.50	0.01190138	0.00595069	54.89
31	15.00	0.01223010	0.00611505	56.41
32	15.50	0.01255111	0.00627555	57.89
33	16.00	0.01286423	0.00643212	59.33
34	16.50	0.01316932	0.00658466	60.74
35	17.00	0.01346622	0.00673311	62.11
36	17.50	0.01375481	0.00687740	63.44
37	18.00	0.01403494	0.00701747	64.73
38	18.50	0.01430650	0.00715325	65.99
39	19.00	0.01456937	0.00728469	67.20
40	19.50	0.01482345	0.00741173	68.37
41	20.00	0.01506865	0.00753433	69.50
42	20.50	0.01530488	0.00765244	70.59
43	21.00	0.01553206	0.00776603	71.64
44	21.50	0.01575012	0.00787506	72.64
45	22.00	0.01595900	0.00797950	73.61
46	22.50	0.01615866	0.00807933	74.53
47	23.00	0.01634904	0.00817452	75.41
48	23.50	0.01653012	0.00826506	76.24
49	24.00	0.01670187	0.00835094	77.03
50	24.50	0.01686428	0.00843214	77.78
51	25.00	0.01701733	0.00850867	78.49
52	25.50	0.01716104	0.00858052	79.15
53	26.00	0.01729539	0.00864770	79.77
54	26.50	0.01742043	0.00871021	80.35
55	27.00	0.01753616	0.00876808	80.88
56	27.50	0.01764263	0.00882132	81.37
57	28.00	0.01773988	0.00886994	81.82
58	28.50	0.01782795	0.00891397	82.23
59	29.00	0.01790690	0.00895345	82.59
60	29.50	0.01797680	0.00898840	82.92
61	30.00	0.01803771	0.00901886	83.20
62	30.50	0.01808973	0.00904486	83.44
63	31.00	0.01813292	0.00906646	83.64
64	31.50	0.01816740	0.00908370	83.79
65	32.00	0.01819324	0.00909662	83.91
66	32.50	0.01821057	0.00910528	83.99
67	33.00	0.01821949	0.00910974	84.03
68	33.50	0.01822011	0.00911006	84.04
69	34.00	0.01821257	0.00910628	84.00
70	34.50	0.01819699	0.00909849	83.93
71	35.00	0.01817350	0.00908675	83.82
72	35.50	0.01814224	0.00907112	83.68
73	36.00	0.01810336	0.00905168	83.50
74	36.50	0.01805700	0.00902850	83.28
75	37.00	0.01800333	0.00900166	83.04

76	37.50	0.01794248	0.00897124	82.76
77	38.00	0.01787463	0.00893731	82.44
78	38.50	0.01779993	0.00889997	82.10
79	39.00	0.01771856	0.00885928	81.72
80	39.50	0.01763068	0.00881534	81.32
81	40.00	0.01753647	0.00876824	80.88
82	40.50	0.01743611	0.00871806	80.42
83	41.00	0.01732977	0.00866488	79.93
84	41.50	0.01721763	0.00860881	79.41
85	42.00	0.01709987	0.00854993	78.87
86	42.50	0.01697668	0.00848834	78.30
87	43.00	0.01684824	0.00842412	77.71
88	43.50	0.01671475	0.00835737	77.09
89	44.00	0.01657638	0.00828819	76.46
90	44.50	0.01643332	0.00821666	75.80
91	45.00	0.01628577	0.00814288	75.12
92	45.50	0.01613391	0.00806695	74.41
93	46.00	0.01597793	0.00798896	73.70
94	46.50	0.01581802	0.00790901	72.96
95	47.00	0.01565436	0.00782718	72.20
96	47.50	0.01548715	0.00774358	71.43
97	48.00	0.01531658	0.00765829	70.65
98	48.50	0.01514282	0.00757141	69.84
99	49.00	0.01496607	0.00748303	69.03
100	49.50	0.01478650	0.00739325	68.20
101	50.00	0.01460430	0.00730215	67.36
102	50.50	0.01441965	0.00720982	66.51
103	51.00	0.01423273	0.00711636	65.65
104	51.50	0.01404371	0.00702185	64.77
105	52.00	0.01385277	0.00692638	63.89
106	52.50	0.01366008	0.00683004	63.00
107	53.00	0.01346581	0.00673290	62.11
108	53.50	0.01327012	0.00663506	61.21
109	54.00	0.01307319	0.00653660	60.30
110	54.50	0.01287517	0.00643759	59.38
111	55.00	0.01267623	0.00633811	58.47
112	55.50	0.01247651	0.00623825	57.55
113	56.00	0.01227617	0.00613808	56.62
114	56.50	0.01207536	0.00603768	55.70
115	57.00	0.01187422	0.00593711	54.77
116	57.50	0.01167291	0.00583645	53.84
117	58.00	0.01147155	0.00573577	52.91
118	58.50	0.01127028	0.00563514	51.98
119	59.00	0.01106924	0.00553462	51.06
120	59.50	0.01086855	0.00543427	50.13
121	60.00	0.01066834	0.00533417	49.21
122	60.50	0.01046872	0.00523436	48.29
123	61.00	0.01026983	0.00513491	47.37
124	61.50	0.01007176	0.00503588	46.45
125	62.00	0.00987463	0.00493732	45.55
126	62.50	0.00967855	0.00483927	44.64
127	63.00	0.00948361	0.00474180	43.74
128	63.50	0.00928992	0.00464496	42.85
129	64.00	0.00909756	0.00454878	41.96
130	64.50	0.00890664	0.00445332	41.08
131	65.00	0.00871723	0.00435862	40.21
132	65.50	0.00852942	0.00426471	39.34
133	66.00	0.00834329	0.00417164	38.48
134	66.50	0.00815891	0.00407945	37.63
135	67.00	0.00797635	0.00398818	36.79
136	67.50	0.00779569	0.00389784	35.96
137	68.00	0.00761698	0.00380849	35.13
138	68.50	0.00744028	0.00372014	34.32
139	69.00	0.00726566	0.00363283	33.51
140	69.50	0.00709317	0.00354658	32.72
141	70.00	0.00692284	0.00346142	31.93
142	70.50	0.00675474	0.00337737	31.16
143	71.00	0.00658891	0.00329445	30.39

144	71.50	0.00642537	0.00321269	29.64
145	72.00	0.00626418	0.00313209	28.89
146	72.50	0.00610535	0.00305268	28.16
147	73.00	0.00594893	0.00297447	27.44
148	73.50	0.00579494	0.00289747	26.73
149	74.00	0.00564339	0.00282170	26.03
150	74.50	0.00549432	0.00274716	25.34
151	75.00	0.00534774	0.00267387	24.67
152	75.50	0.00520367	0.00260183	24.00
153	76.00	0.00506211	0.00253106	23.35
154	76.50	0.00492308	0.00246154	22.71
155	77.00	0.00478658	0.00239329	22.08
156	77.50	0.00465263	0.00232631	21.46
157	78.00	0.00452121	0.00226060	20.85
158	78.50	0.00439233	0.00219617	20.26
159	79.00	0.00426599	0.00213300	19.68
160	79.50	0.00414218	0.00207109	19.11
161	80.00	0.00402091	0.00201045	18.55
162	80.50	0.00390214	0.00195107	18.00
163	81.00	0.00378589	0.00189294	17.46
164	81.50	0.00367213	0.00183607	16.94
165	82.00	0.00356085	0.00178043	16.42
166	82.50	0.00345204	0.00172602	15.92
167	83.00	0.00334567	0.00167284	15.43
168	83.50	0.00324173	0.00162087	14.95
169	84.00	0.00314020	0.00157010	14.48
170	84.50	0.00304106	0.00152053	14.03
171	85.00	0.00294428	0.00147214	13.58
172	85.50	0.00284984	0.00142492	13.14
173	86.00	0.00275770	0.00137885	12.72
174	86.50	0.00266786	0.00133393	12.31
175	87.00	0.00258028	0.00129014	11.90
176	87.50	0.00249492	0.00124746	11.51
177	88.00	0.00241176	0.00120588	11.12
178	88.50	0.00233078	0.00116539	10.75
179	89.00	0.00225194	0.00112597	10.39
180	89.50	0.00217520	0.00108760	10.03
181	90.00	0.00210054	0.00105027	9.69
182	90.50	0.00202792	0.00101396	9.35
183	91.00	0.00195731	0.00097865	9.03
184	91.50	0.00188867	0.00094434	8.71
185	92.00	0.00182198	0.00091099	8.40
186	92.50	0.00175719	0.00087859	8.10
187	93.00	0.00169427	0.00084714	7.81
188	93.50	0.00163320	0.00081660	7.53
189	94.00	0.00157392	0.00078696	7.26
190	94.50	0.00151641	0.00075820	6.99
191	95.00	0.00146063	0.00073032	6.74
192	95.50	0.00140655	0.00070327	6.49
193	96.00	0.00135412	0.00067706	6.25
194	96.50	0.00130332	0.00065166	6.01
195	97.00	0.00125411	0.00062706	5.78
196	97.50	0.00120646	0.00060323	5.56
197	98.00	0.00116032	0.00058016	5.35
198	98.50	0.00111566	0.00055783	5.15
199	99.00	0.00107246	0.00053623	4.95
200	99.50	0.00103067	0.00051533	4.75
201	100.00	0.00099026	0.00049513	4.57
202	100.50	0.00095119	0.00047560	4.39
203	101.00	0.00091344	0.00045672	4.21
204	101.50	0.00087696	0.00043848	4.04
205	102.00	0.00084174	0.00042087	3.88
206	102.50	0.00080772	0.00040386	3.73
207	103.00	0.00077489	0.00038744	3.57
208	103.50	0.00074321	0.00037160	3.43
209	104.00	0.00071264	0.00035632	3.29
210	104.50	0.00068316	0.00034158	3.15
211	105.00	0.00065474	0.00032737	3.02

212	105.50	0.00062735	0.00031367	2.89
213	106.00	0.00060095	0.00030047	2.77
214	106.50	0.00057552	0.00028776	2.65
215	107.00	0.00055103	0.00027551	2.54
216	107.50	0.00052745	0.00026372	2.43
217	108.00	0.00050475	0.00025238	2.33
218	108.50	0.00048292	0.00024146	2.23
219	109.00	0.00046191	0.00023096	2.13
220	109.50	0.00044171	0.00022085	2.04
221	110.00	0.00042229	0.00021114	1.95
222	110.50	0.00040362	0.00020181	1.86
223	111.00	0.00038568	0.00019284	1.78
224	111.50	0.00036845	0.00018422	1.70
225	112.00	0.00035190	0.00017595	1.62
226	112.50	0.00033602	0.00016801	1.55
227	113.00	0.00032077	0.00016038	1.48
228	113.50	0.00030614	0.00015307	1.41
229	114.00	0.00029210	0.00014605	1.35
230	114.50	0.00027864	0.00013932	1.29
231	115.00	0.00026573	0.00013287	1.23
232	115.50	0.00025336	0.00012668	1.17
233	116.00	0.00024151	0.00012076	1.11
234	116.50	0.00023016	0.00011508	1.06
235	117.00	0.00021928	0.00010964	1.01
236	117.50	0.00020887	0.00010444	0.96
237	118.00	0.00019891	0.00009945	0.92
238	118.50	0.00018937	0.00009469	0.87
239	119.00	0.00018025	0.00009012	0.83
240	119.50	0.00017152	0.00008576	0.79
241	120.00	0.00016318	0.00008159	0.75
242	120.50	0.00015521	0.00007760	0.72
243	121.00	0.00014759	0.00007379	0.68
244	121.50	0.00014031	0.00007015	0.65
245	122.00	0.00013335	0.00006668	0.62
246	122.50	0.00012671	0.00006336	0.58
247	123.00	0.00012037	0.00006019	0.56
248	123.50	0.00011432	0.00005716	0.53
249	124.00	0.00010855	0.00005428	0.50
250	124.50	0.00010305	0.00005152	0.48
251	125.00	0.00009780	0.00004890	0.45
252	125.50	0.00009279	0.00004640	0.43
253	126.00	0.00008803	0.00004401	0.41
254	126.50	0.00008348	0.00004174	0.39
255	127.00	0.00007915	0.00003958	0.37
256	127.50	0.00007503	0.00003751	0.35
257	128.00	0.00007110	0.00003555	0.33
258	128.50	0.00006737	0.00003368	0.31
259	129.00	0.00006381	0.00003191	0.29
260	129.50	0.00006043	0.00003022	0.28
261	130.00	0.00005721	0.00002861	0.26
262	130.50	0.00005416	0.00002708	0.25
263	131.00	0.00005125	0.00002562	0.24
264	131.50	0.00004849	0.00002424	0.22
265	132.00	0.00004586	0.00002293	0.21
266	132.50	0.00004337	0.00002168	0.20
267	133.00	0.00004100	0.00002050	0.19
268	133.50	0.00003875	0.00001938	0.18
269	134.00	0.00003662	0.00001831	0.17
270	134.50	0.00003460	0.00001730	0.16
271	135.00	0.00003268	0.00001634	0.15
272	135.50	0.00003086	0.00001543	0.14
273	136.00	0.00002913	0.00001456	0.13
274	136.50	0.00002749	0.00001375	0.13
275	137.00	0.00002594	0.00001297	0.12
276	137.50	0.00002447	0.00001224	0.11
277	138.00	0.00002308	0.00001154	0.11
278	138.50	0.00002177	0.00001088	0.10
279	139.00	0.00002052	0.00001026	0.09

1	Hs	=	6	m	
2	m_0	=	1232.19747		
3	m_2	=	542.46136		
4	S_{ext}	=	131.71	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.11	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	49,953,077	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	5,648	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO² (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.00749	4	6.49	42.08	0.31507	1.26026	0.11342
0.4	2.60596	2	4.67	21.79	56.79628	113.59256	18.17481
0.5	6.26155	4	13.57	184.21	1153.41818	4613.67271	1153.41818
0.6	5.14724	2	31.69	1004.23	5168.99405	10337.98810	3721.67572
0.7	3.23647	4	39.20	1536.82	4973.88942	19895.55769	9748.82327
0.8	1.92653	2	13.92	193.74	373.24418	746.48835	477.75254
0.9	1.15725	4	14.78	218.47	252.82463	1011.29852	819.15180
1.0	0.71500	2	9.87	97.39	69.63437	139.26875	139.26875
1.1	0.45628	4	4.63	21.40	9.76411	39.05646	47.25831
1.2	0.30049	2	6.10	37.26	11.19494	22.38987	32.24142
1.3	0.20369	4	2.03	4.14	0.84265	3.37061	5.69633
1.4	0.14172	2	5.96	35.47	5.02594	10.05187	19.70167
1.5	0.10092	4	4.29	18.40	1.85671	7.42683	16.71036
1.6	0.07337	2	7.35	54.08	3.96782	7.93564	20.31524
1.7	0.05434	4	5.86	34.32	1.86484	7.45936	21.55756
1.8	0.04092	2	6.53	42.67	1.74592	3.49184	11.31355
1.9	0.03127	4	6.06	36.71	1.14791	4.59165	16.57587
2.0	0.02423	1	6.50	42.22	1.02296	1.02296	4.09184

Σ	36965.92404	16273.84065
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	131.71	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00000000	0.00000000	-
2	0.50	0.00040574	0.00020287	1.15
3	1.00	0.00081123	0.00040561	2.29
4	1.50	0.00121623	0.00060811	3.43
5	2.00	0.00162048	0.00081024	4.58
6	2.50	0.00202376	0.00101188	5.72
7	3.00	0.00242580	0.00121290	6.85

8	3.50	0.00282637	0.00141318	7.98
9	4.00	0.00322523	0.00161261	9.11
10	4.50	0.00362213	0.00181106	10.23
11	5.00	0.00401684	0.00200842	11.34
12	5.50	0.00440912	0.00220456	12.45
13	6.00	0.00479873	0.00239937	13.55
14	6.50	0.00518546	0.00259273	14.64
15	7.00	0.00556907	0.00278453	15.73
16	7.50	0.00594933	0.00297467	16.80
17	8.00	0.00632603	0.00316301	17.87
18	8.50	0.00669894	0.00334947	18.92
19	9.00	0.00706786	0.00353393	19.96
20	9.50	0.00743257	0.00371628	20.99
21	10.00	0.00779286	0.00389643	22.01
22	10.50	0.00814854	0.00407427	23.01
23	11.00	0.00849941	0.00424971	24.00
24	11.50	0.00884528	0.00442264	24.98
25	12.00	0.00918595	0.00459298	25.94
26	12.50	0.00952125	0.00476063	26.89
27	13.00	0.00985101	0.00492550	27.82
28	13.50	0.01017504	0.00508752	28.74
29	14.00	0.01049318	0.00524659	29.63
30	14.50	0.01080528	0.00540264	30.52
31	15.00	0.01111117	0.00555558	31.38
32	15.50	0.01141071	0.00570536	32.23
33	16.00	0.01170376	0.00585188	33.05
34	16.50	0.01199018	0.00599509	33.86
35	17.00	0.01226984	0.00613492	34.65
36	17.50	0.01254261	0.00627131	35.42
37	18.00	0.01280839	0.00640419	36.17
38	18.50	0.01306705	0.00653352	36.90
39	19.00	0.01331849	0.00665925	37.61
40	19.50	0.01356262	0.00678131	38.30
41	20.00	0.01379935	0.00689968	38.97
42	20.50	0.01402859	0.00701429	39.62
43	21.00	0.01425025	0.00712513	40.25
44	21.50	0.01446428	0.00723214	40.85
45	22.00	0.01467061	0.00733531	41.43
46	22.50	0.01486918	0.00743459	41.99
47	23.00	0.01505994	0.00752997	42.53
48	23.50	0.01524284	0.00762142	43.05
49	24.00	0.01541785	0.00770892	43.54
50	24.50	0.01558494	0.00779247	44.01
51	25.00	0.01574409	0.00787204	44.46
52	25.50	0.01589527	0.00794763	44.89
53	26.00	0.01603848	0.00801924	45.30
54	26.50	0.01617371	0.00808686	45.68
55	27.00	0.01630097	0.00815049	46.04
56	27.50	0.01642027	0.00821013	46.37
57	28.00	0.01653161	0.00826581	46.69
58	28.50	0.01663503	0.00831752	46.98
59	29.00	0.01673055	0.00836528	47.25
60	29.50	0.01681820	0.00840910	47.50
61	30.00	0.01689803	0.00844901	47.72
62	30.50	0.01697008	0.00848504	47.93
63	31.00	0.01703439	0.00851720	48.11
64	31.50	0.01709104	0.00854552	48.27
65	32.00	0.01714007	0.00857003	48.41
66	32.50	0.01718156	0.00859078	48.52
67	33.00	0.01721558	0.00860779	48.62
68	33.50	0.01724221	0.00862111	48.70
69	34.00	0.01726154	0.00863077	48.75
70	34.50	0.01727364	0.00863682	48.78
71	35.00	0.01727861	0.00863931	48.80
72	35.50	0.01727656	0.00863828	48.79
73	36.00	0.01726757	0.00863378	48.77
74	36.50	0.01725176	0.00862588	48.72
75	37.00	0.01722923	0.00861461	48.66

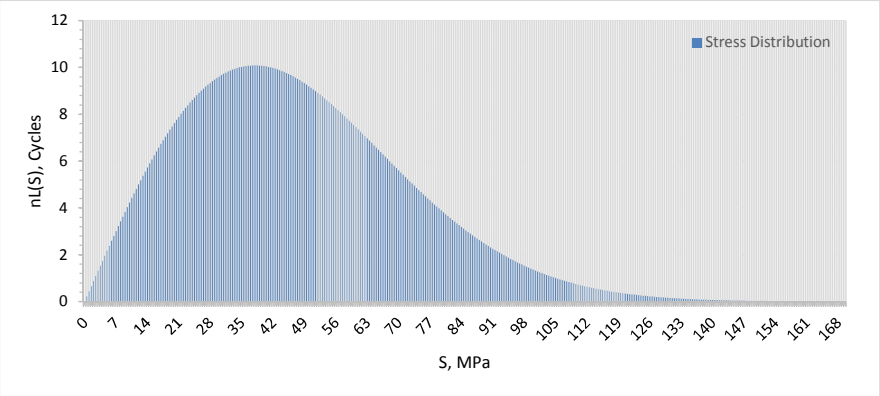
76	37.50	0.01720010	0.00860005	48.58
77	38.00	0.01716448	0.00858224	48.48
78	38.50	0.01712249	0.00856125	48.36
79	39.00	0.01707427	0.00853713	48.22
80	39.50	0.01701992	0.00850996	48.07
81	40.00	0.01695959	0.00847980	47.90
82	40.50	0.01689341	0.00844671	47.71
83	41.00	0.01682151	0.00841075	47.51
84	41.50	0.01674402	0.00837201	47.29
85	42.00	0.01666109	0.00833055	47.05
86	42.50	0.01657286	0.00828643	46.81
87	43.00	0.01647947	0.00823974	46.54
88	43.50	0.01638107	0.00819053	46.26
89	44.00	0.01627780	0.00813890	45.97
90	44.50	0.01616981	0.00808491	45.67
91	45.00	0.01605725	0.00802863	45.35
92	45.50	0.01594028	0.00797014	45.02
93	46.00	0.01581903	0.00790952	44.68
94	46.50	0.01569367	0.00784683	44.32
95	47.00	0.01556434	0.00778217	43.96
96	47.50	0.01543120	0.00771560	43.58
97	48.00	0.01529440	0.00764720	43.19
98	48.50	0.01515409	0.00757705	42.80
99	49.00	0.01501043	0.00750522	42.39
100	49.50	0.01486357	0.00743179	41.98
101	50.00	0.01471366	0.00735683	41.55
102	50.50	0.01456084	0.00728042	41.12
103	51.00	0.01440528	0.00720264	40.68
104	51.50	0.01424712	0.00712356	40.24
105	52.00	0.01408651	0.00704326	39.78
106	52.50	0.01392360	0.00696180	39.32
107	53.00	0.01375853	0.00687927	38.86
108	53.50	0.01359145	0.00679573	38.38
109	54.00	0.01342251	0.00671125	37.91
110	54.50	0.01325184	0.00662592	37.43
111	55.00	0.01307958	0.00653979	36.94
112	55.50	0.01290588	0.00645294	36.45
113	56.00	0.01273086	0.00636543	35.95
114	56.50	0.01255468	0.00627734	35.46
115	57.00	0.01237744	0.00618872	34.96
116	57.50	0.01219930	0.00609965	34.45
117	58.00	0.01202037	0.00601019	33.95
118	58.50	0.01184079	0.00592039	33.44
119	59.00	0.01166066	0.00583033	32.93
120	59.50	0.01148013	0.00574006	32.42
121	60.00	0.01129930	0.00564965	31.91
122	60.50	0.01111829	0.00555914	31.40
123	61.00	0.01093721	0.00546860	30.89
124	61.50	0.01075617	0.00537809	30.38
125	62.00	0.01057529	0.00528765	29.87
126	62.50	0.01039467	0.00519733	29.36
127	63.00	0.01021440	0.00510720	28.85
128	63.50	0.01003459	0.00501729	28.34
129	64.00	0.00985533	0.00492767	27.83
130	64.50	0.00967673	0.00483836	27.33
131	65.00	0.00949886	0.00474943	26.83
132	65.50	0.00932181	0.00466091	26.33
133	66.00	0.00914568	0.00457284	25.83
134	66.50	0.00897054	0.00448527	25.33
135	67.00	0.00879647	0.00439824	24.84
136	67.50	0.00862355	0.00431178	24.35
137	68.00	0.00845185	0.00422593	23.87
138	68.50	0.00828145	0.00414072	23.39
139	69.00	0.00811239	0.00405620	22.91
140	69.50	0.00794476	0.00397238	22.44
141	70.00	0.00777862	0.00388931	21.97
142	70.50	0.00761401	0.00380700	21.50
143	71.00	0.00745100	0.00372550	21.04

144	71.50	0.00728964	0.00364482	20.59
145	72.00	0.00712998	0.00356499	20.14
146	72.50	0.00697206	0.00348603	19.69
147	73.00	0.00681594	0.00340797	19.25
148	73.50	0.00666164	0.00333082	18.81
149	74.00	0.00650922	0.00325461	18.38
150	74.50	0.00635870	0.00317935	17.96
151	75.00	0.00621013	0.00310506	17.54
152	75.50	0.00606352	0.00303176	17.12
153	76.00	0.00591892	0.00295946	16.72
154	76.50	0.00577634	0.00288817	16.31
155	77.00	0.00563582	0.00281791	15.92
156	77.50	0.00549736	0.00274868	15.53
157	78.00	0.00536099	0.00268050	15.14
158	78.50	0.00522674	0.00261337	14.76
159	79.00	0.00509460	0.00254730	14.39
160	79.50	0.00496460	0.00248230	14.02
161	80.00	0.00483674	0.00241837	13.66
162	80.50	0.00471104	0.00235552	13.30
163	81.00	0.00458749	0.00229375	12.96
164	81.50	0.00446611	0.00223305	12.61
165	82.00	0.00434689	0.00217345	12.28
166	82.50	0.00422984	0.00211492	11.95
167	83.00	0.00411496	0.00205748	11.62
168	83.50	0.00400224	0.00200112	11.30
169	84.00	0.00389168	0.00194584	10.99
170	84.50	0.00378327	0.00189163	10.68
171	85.00	0.00367700	0.00183850	10.38
172	85.50	0.00357287	0.00178644	10.09
173	86.00	0.00347087	0.00173544	9.80
174	86.50	0.00337098	0.00168549	9.52
175	87.00	0.00327320	0.00163660	9.24
176	87.50	0.00317750	0.00158875	8.97
177	88.00	0.00308387	0.00154193	8.71
178	88.50	0.00299229	0.00149615	8.45
179	89.00	0.00290276	0.00145138	8.20
180	89.50	0.00281524	0.00140762	7.95
181	90.00	0.00272972	0.00136486	7.71
182	90.50	0.00264618	0.00132309	7.47
183	91.00	0.00256460	0.00128230	7.24
184	91.50	0.00248496	0.00124248	7.02
185	92.00	0.00240723	0.00120361	6.80
186	92.50	0.00233138	0.00116569	6.58
187	93.00	0.00225741	0.00112870	6.38
188	93.50	0.00218527	0.00109264	6.17
189	94.00	0.00211495	0.00105748	5.97
190	94.50	0.00204642	0.00102321	5.78
191	95.00	0.00197965	0.00098983	5.59
192	95.50	0.00191462	0.00095731	5.41
193	96.00	0.00185130	0.00092565	5.23
194	96.50	0.00178966	0.00089483	5.05
195	97.00	0.00172968	0.00086484	4.88
196	97.50	0.00167132	0.00083566	4.72
197	98.00	0.00161457	0.00080728	4.56
198	98.50	0.00155938	0.00077969	4.40
199	99.00	0.00150573	0.00075287	4.25
200	99.50	0.00145360	0.00072680	4.11
201	100.00	0.00140295	0.00070148	3.96
202	100.50	0.00135376	0.00067688	3.82
203	101.00	0.00130600	0.00065300	3.69
204	101.50	0.00125963	0.00062982	3.56
205	102.00	0.00121464	0.00060732	3.43
206	102.50	0.00117099	0.00058549	3.31
207	103.00	0.00112865	0.00056432	3.19
208	103.50	0.00108759	0.00054380	3.07
209	104.00	0.00104779	0.00052390	2.96
210	104.50	0.00100922	0.00050461	2.85
211	105.00	0.00097185	0.00048593	2.74

212	105.50	0.00093565	0.00046783	2.64
213	106.00	0.00090060	0.00045030	2.54
214	106.50	0.00086667	0.00043333	2.45
215	107.00	0.00083382	0.00041691	2.35
216	107.50	0.00080204	0.00040102	2.27
217	108.00	0.00077130	0.00038565	2.18
218	108.50	0.00074157	0.00037079	2.09
219	109.00	0.00071283	0.00035641	2.01
220	109.50	0.00068505	0.00034252	1.93
221	110.00	0.00065820	0.00032910	1.86
222	110.50	0.00063226	0.00031613	1.79
223	111.00	0.00060721	0.00030361	1.71
224	111.50	0.00058303	0.00029151	1.65
225	112.00	0.00055968	0.00027984	1.58
226	112.50	0.00053714	0.00026857	1.52
227	113.00	0.00051540	0.00025770	1.46
228	113.50	0.00049443	0.00024722	1.40
229	114.00	0.00047421	0.00023710	1.34
230	114.50	0.00045471	0.00022736	1.28
231	115.00	0.00043592	0.00021796	1.23
232	115.50	0.00041781	0.00020891	1.18
233	116.00	0.00040037	0.00020018	1.13
234	116.50	0.00038357	0.00019178	1.08
235	117.00	0.00036739	0.00018369	1.04
236	117.50	0.00035182	0.00017591	0.99
237	118.00	0.00033683	0.00016841	0.95
238	118.50	0.00032241	0.00016120	0.91
239	119.00	0.00030854	0.00015427	0.87
240	119.50	0.00029520	0.00014760	0.83
241	120.00	0.00028237	0.00014119	0.80
242	120.50	0.00027005	0.00013502	0.76
243	121.00	0.00025820	0.00012910	0.73
244	121.50	0.00024682	0.00012341	0.70
245	122.00	0.00023589	0.00011794	0.67
246	122.50	0.00022539	0.00011270	0.64
247	123.00	0.00021532	0.00010766	0.61
248	123.50	0.00020565	0.00010282	0.58
249	124.00	0.00019637	0.00009818	0.55
250	124.50	0.00018746	0.00009373	0.53
251	125.00	0.00017893	0.00008946	0.51
252	125.50	0.00017074	0.00008537	0.48
253	126.00	0.00016289	0.00008145	0.46
254	126.50	0.00015537	0.00007769	0.44
255	127.00	0.00014817	0.00007408	0.42
256	127.50	0.00014126	0.00007063	0.40
257	128.00	0.00013465	0.00006733	0.38
258	128.50	0.00012832	0.00006416	0.36
259	129.00	0.00012227	0.00006113	0.35
260	129.50	0.00011647	0.00005823	0.33
261	130.00	0.00011092	0.00005546	0.31
262	130.50	0.00010562	0.00005281	0.30
263	131.00	0.00010054	0.00005027	0.28
264	131.50	0.00009569	0.00004785	0.27
265	132.00	0.00009105	0.00004553	0.26
266	132.50	0.00008662	0.00004331	0.24
267	133.00	0.00008239	0.00004120	0.23
268	133.50	0.00007835	0.00003917	0.22
269	134.00	0.00007449	0.00003724	0.21
270	134.50	0.00007080	0.00003540	0.20
271	135.00	0.00006728	0.00003364	0.19
272	135.50	0.00006393	0.00003196	0.18
273	136.00	0.00006072	0.00003036	0.17
274	136.50	0.00005767	0.00002883	0.16
275	137.00	0.00005476	0.00002738	0.15
276	137.50	0.00005198	0.00002599	0.15
277	138.00	0.00004933	0.00002467	0.14
278	138.50	0.00004681	0.00002340	0.13
279	139.00	0.00004441	0.00002220	0.13

280	139.50	0.00004212	0.00002106	0.12
281	140.00	0.00003994	0.00001997	0.11
282	140.50	0.00003786	0.00001893	0.11
283	141.00	0.00003589	0.00001794	0.10
284	141.50	0.00003401	0.00001700	0.10
285	142.00	0.00003222	0.00001611	0.09
286	142.50	0.00003052	0.00001526	0.09
287	143.00	0.00002891	0.00001445	0.08
288	143.50	0.00002737	0.00001368	0.08
289	144.00	0.00002591	0.00001295	0.07
290	144.50	0.00002452	0.00001226	0.07
291	145.00	0.00002320	0.00001160	0.07
292	145.50	0.00002195	0.00001097	0.06
293	146.00	0.00002076	0.00001038	0.06
294	146.50	0.00001963	0.00000981	0.06
295	147.00	0.00001856	0.00000928	0.05
296	147.50	0.00001754	0.00000877	0.05
297	148.00	0.00001658	0.00000829	0.05
298	148.50	0.00001566	0.00000783	0.04
299	149.00	0.00001479	0.00000740	0.04
300	149.50	0.00001397	0.00000699	0.04
301	150.00	0.00001319	0.00000660	0.04
302	150.50	0.00001245	0.00000623	0.04
303	151.00	0.00001175	0.00000588	0.03
304	151.50	0.00001109	0.00000554	0.03
305	152.00	0.00001046	0.00000523	0.03
306	152.50	0.00000987	0.00000493	0.03
307	153.00	0.00000930	0.00000465	0.03
308	153.50	0.00000877	0.00000439	0.02
309	154.00	0.00000827	0.00000413	0.02
310	154.50	0.00000779	0.00000390	0.02
311	155.00	0.00000734	0.00000367	0.02
312	155.50	0.00000692	0.00000346	0.02
313	156.00	0.00000651	0.00000326	0.02
314	156.50	0.00000613	0.00000307	0.02
315	157.00	0.00000577	0.00000289	0.02
316	157.50	0.00000543	0.00000272	0.02
317	158.00	0.00000511	0.00000256	0.01
318	158.50	0.00000481	0.00000240	0.01
319	159.00	0.00000452	0.00000226	0.01
320	159.50	0.00000425	0.00000213	0.01
321	160.00	0.00000400	0.00000200	0.01
322	160.50	0.00000376	0.00000188	0.01
323	161.00	0.00000353	0.00000177	0.01
324	161.50	0.00000332	0.00000166	0.01
325	162.00	0.00000312	0.00000156	0.01
326	162.50	0.00000293	0.00000146	0.01
327	163.00	0.00000275	0.00000137	0.01
328	163.50	0.00000258	0.00000129	0.01
329	164.00	0.00000242	0.00000121	0.01
330	164.50	0.00000227	0.00000114	0.01
331	165.00	0.00000213	0.00000107	0.01
332	165.50	0.00000200	0.00000100	0.01
333	166.00	0.00000188	0.00000094	0.01
334	166.50	0.00000176	0.00000088	0.00
335	167.00	0.00000165	0.00000082	0.00
336	167.50	0.00000155	0.00000077	0.00
337	168.00	0.00000145	0.00000072	0.00
338	168.50	0.00000136	0.00000068	0.00
339	169.00	0.00000127	0.00000064	0.00
340	169.50	0.00000119	0.00000059	0.00
341	170.00	0.00000111	0.00000056	0.00
342	170.50	0.00000104	0.00000052	0.00
343	171.00	0.00000098	0.00000049	0.00
344	171.50	0.00000091	0.00000046	0.00
345	172.00	0.00000085	0.00000043	0.00
346	172.50	0.00000080	0.00000040	0.00
347	173.00	0.00000075	0.00000037	0.00

1	Hs	=	7	m	
2	m_0	=	1442.33806		
3	m_2	=	619.02384		
4	S_{ext}	=	142.37	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.10	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	49,321,713	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	1,263	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.12682	4	6.49	42.08	5.33662	21.34648	1.92118
0.4	6.37953	2	4.67	21.79	139.04031	278.08062	44.49290
0.5	9.03530	4	13.57	184.21	1664.36202	6657.44810	1664.36202
0.6	6.14297	2	31.69	1004.23	6168.93428	12337.86857	4441.63268
0.7	3.56065	4	39.20	1536.82	5472.08800	21888.35198	10725.29247
0.8	2.03740	2	13.92	193.74	394.72473	789.44947	505.24766
0.9	1.19839	4	14.78	218.47	261.81261	1047.25044	848.27286
1.0	0.73157	2	9.87	97.39	71.24879	142.49758	142.49758
1.1	0.46348	4	4.63	21.40	9.91817	39.67267	48.00393
1.2	0.30383	2	6.10	37.26	11.31936	22.63872	32.59976
1.3	0.20533	4	2.03	4.14	0.84944	3.39777	5.74223
1.4	0.14256	2	5.96	35.47	5.05601	10.11202	19.81956
1.5	0.10137	4	4.29	18.40	1.86513	7.46053	16.78619
1.6	0.07362	2	7.35	54.08	3.98172	7.96344	20.38641
1.7	0.05449	4	5.86	34.32	1.86997	7.47986	21.61680
1.8	0.04100	2	6.53	42.67	1.74973	3.49947	11.33828
1.9	0.03133	4	6.06	36.71	1.14993	4.59974	16.60505
2.0	0.02426	1	6.50	42.22	1.02443	1.02443	4.09771

∑	43270.14188	18570.71528
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	142.37	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.0000000	0.0000000	-
2	0.50	0.0003466	0.0001733	0.22
3	1.00	0.0006931	0.0003465	0.44
4	1.50	0.0010392	0.0005196	0.66
5	2.00	0.0013847	0.0006924	0.87
6	2.50	0.0017295	0.0008648	1.09
7	3.00	0.0020735	0.0010367	1.31

8	3.50	0.0024163	0.0012082	1.53
9	4.00	0.0027579	0.0013790	1.74
10	4.50	0.0030981	0.0015491	1.96
11	5.00	0.0034367	0.0017183	2.17
12	5.50	0.0037735	0.0018867	2.38
13	6.00	0.0041083	0.0020542	2.59
14	6.50	0.0044410	0.0022205	2.80
15	7.00	0.0047715	0.0023857	3.01
16	7.50	0.0050995	0.0025497	3.22
17	8.00	0.0054248	0.0027124	3.43
18	8.50	0.0057474	0.0028737	3.63
19	9.00	0.0060671	0.0030335	3.83
20	9.50	0.0063837	0.0031918	4.03
21	10.00	0.0066970	0.0033485	4.23
22	10.50	0.0070069	0.0035034	4.43
23	11.00	0.0073132	0.0036566	4.62
24	11.50	0.0076159	0.0038079	4.81
25	12.00	0.0079147	0.0039574	5.00
26	12.50	0.0082095	0.0041048	5.18
27	13.00	0.0085003	0.0042501	5.37
28	13.50	0.0087868	0.0043934	5.55
29	14.00	0.0090689	0.0045344	5.73
30	14.50	0.0093465	0.0046732	5.90
31	15.00	0.0096194	0.0048097	6.08
32	15.50	0.0098877	0.0049438	6.24
33	16.00	0.0101511	0.0050755	6.41
34	16.50	0.0104095	0.0052047	6.57
35	17.00	0.0106628	0.0053314	6.73
36	17.50	0.0109110	0.0054555	6.89
37	18.00	0.0111539	0.0055769	7.04
38	18.50	0.0113914	0.0056957	7.19
39	19.00	0.0116235	0.0058118	7.34
40	19.50	0.0118500	0.0059250	7.48
41	20.00	0.0120710	0.0060355	7.62
42	20.50	0.0122862	0.0061431	7.76
43	21.00	0.0124956	0.0062478	7.89
44	21.50	0.0126993	0.0063496	8.02
45	22.00	0.0128970	0.0064485	8.15
46	22.50	0.0130888	0.0065444	8.27
47	23.00	0.0132745	0.0066373	8.38
48	23.50	0.0134542	0.0067271	8.50
49	24.00	0.0136278	0.0068139	8.61
50	24.50	0.0137953	0.0068976	8.71
51	25.00	0.0139565	0.0069783	8.81
52	25.50	0.0141116	0.0070558	8.91
53	26.00	0.0142604	0.0071302	9.01
54	26.50	0.0144030	0.0072015	9.10
55	27.00	0.0145393	0.0072697	9.18
56	27.50	0.0146693	0.0073347	9.26
57	28.00	0.0147931	0.0073965	9.34
58	28.50	0.0149105	0.0074552	9.42
59	29.00	0.0150216	0.0075108	9.49
60	29.50	0.0151264	0.0075632	9.55
61	30.00	0.0152250	0.0076125	9.62
62	30.50	0.0153173	0.0076586	9.67
63	31.00	0.0154033	0.0077017	9.73
64	31.50	0.0154831	0.0077416	9.78
65	32.00	0.0155567	0.0077783	9.83
66	32.50	0.0156241	0.0078121	9.87
67	33.00	0.0156854	0.0078427	9.91
68	33.50	0.0157406	0.0078703	9.94
69	34.00	0.0157897	0.0078948	9.97
70	34.50	0.0158328	0.0079164	10.00
71	35.00	0.0158699	0.0079350	10.02
72	35.50	0.0159011	0.0079506	10.04
73	36.00	0.0159265	0.0079632	10.06
74	36.50	0.0159460	0.0079730	10.07
75	37.00	0.0159598	0.0079799	10.08

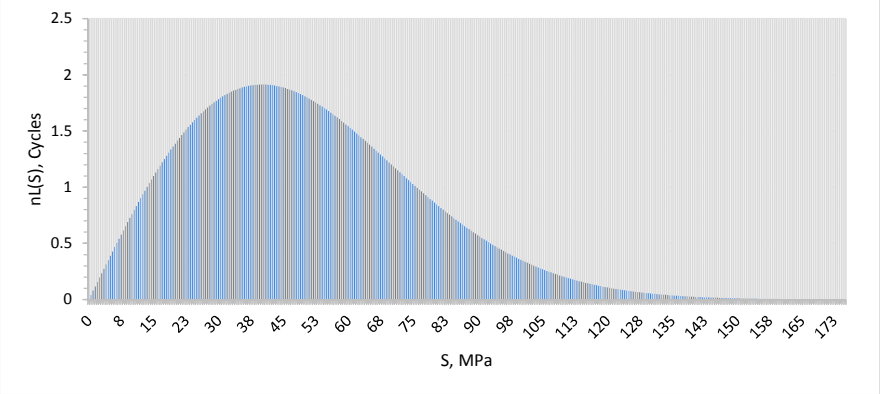
76	37.50	0.0159680	0.0079840	10.09
77	38.00	0.0159705	0.0079853	10.09
78	38.50	0.0159675	0.0079838	10.08
79	39.00	0.0159591	0.0079795	10.08
80	39.50	0.0159452	0.0079726	10.07
81	40.00	0.0159261	0.0079630	10.06
82	40.50	0.0159017	0.0079509	10.04
83	41.00	0.0158722	0.0079361	10.02
84	41.50	0.0158377	0.0079189	10.00
85	42.00	0.0157982	0.0078991	9.98
86	42.50	0.0157539	0.0078769	9.95
87	43.00	0.0157047	0.0078524	9.92
88	43.50	0.0156509	0.0078255	9.88
89	44.00	0.0155925	0.0077963	9.85
90	44.50	0.0155297	0.0077648	9.81
91	45.00	0.0154624	0.0077312	9.77
92	45.50	0.0153909	0.0076954	9.72
93	46.00	0.0153152	0.0076576	9.67
94	46.50	0.0152354	0.0076177	9.62
95	47.00	0.0151517	0.0075758	9.57
96	47.50	0.0150641	0.0075320	9.51
97	48.00	0.0149728	0.0074864	9.46
98	48.50	0.0148778	0.0074389	9.40
99	49.00	0.0147793	0.0073896	9.33
100	49.50	0.0146773	0.0073387	9.27
101	50.00	0.0145721	0.0072861	9.20
102	50.50	0.0144637	0.0072318	9.13
103	51.00	0.0143521	0.0071761	9.06
104	51.50	0.0142376	0.0071188	8.99
105	52.00	0.0141203	0.0070601	8.92
106	52.50	0.0140001	0.0070001	8.84
107	53.00	0.0138774	0.0069387	8.76
108	53.50	0.0137521	0.0068760	8.69
109	54.00	0.0136244	0.0068122	8.60
110	54.50	0.0134943	0.0067472	8.52
111	55.00	0.0133621	0.0066811	8.44
112	55.50	0.0132278	0.0066139	8.35
113	56.00	0.0130915	0.0065457	8.27
114	56.50	0.0129533	0.0064767	8.18
115	57.00	0.0128134	0.0064067	8.09
116	57.50	0.0126718	0.0063359	8.00
117	58.00	0.0125286	0.0062643	7.91
118	58.50	0.0123840	0.0061920	7.82
119	59.00	0.0122381	0.0061190	7.73
120	59.50	0.0120909	0.0060454	7.64
121	60.00	0.0119425	0.0059713	7.54
122	60.50	0.0117931	0.0058966	7.45
123	61.00	0.0116428	0.0058214	7.35
124	61.50	0.0114916	0.0057458	7.26
125	62.00	0.0113397	0.0056699	7.16
126	62.50	0.0111871	0.0055936	7.07
127	63.00	0.0110340	0.0055170	6.97
128	63.50	0.0108803	0.0054402	6.87
129	64.00	0.0107263	0.0053632	6.77
130	64.50	0.0105720	0.0052860	6.68
131	65.00	0.0104175	0.0052087	6.58
132	65.50	0.0102628	0.0051314	6.48
133	66.00	0.0101081	0.0050541	6.38
134	66.50	0.0099535	0.0049767	6.29
135	67.00	0.0097989	0.0048995	6.19
136	67.50	0.0096446	0.0048223	6.09
137	68.00	0.0094905	0.0047452	5.99
138	68.50	0.0093367	0.0046684	5.90
139	69.00	0.0091834	0.0045917	5.80
140	69.50	0.0090305	0.0045153	5.70
141	70.00	0.0088782	0.0044391	5.61
142	70.50	0.0087265	0.0043632	5.51
143	71.00	0.0085755	0.0042877	5.42

144	71.50	0.0084252	0.0042126	5.32
145	72.00	0.0082757	0.0041378	5.23
146	72.50	0.0081270	0.0040635	5.13
147	73.00	0.0079793	0.0039896	5.04
148	73.50	0.0078325	0.0039162	4.95
149	74.00	0.0076867	0.0038434	4.85
150	74.50	0.0075420	0.0037710	4.76
151	75.00	0.0073984	0.0036992	4.67
152	75.50	0.0072560	0.0036280	4.58
153	76.00	0.0071147	0.0035574	4.49
154	76.50	0.0069747	0.0034873	4.41
155	77.00	0.0068360	0.0034180	4.32
156	77.50	0.0066985	0.0033493	4.23
157	78.00	0.0065625	0.0032812	4.14
158	78.50	0.0064278	0.0032139	4.06
159	79.00	0.0062945	0.0031473	3.98
160	79.50	0.0061627	0.0030814	3.89
161	80.00	0.0060324	0.0030162	3.81
162	80.50	0.0059035	0.0029518	3.73
163	81.00	0.0057762	0.0028881	3.65
164	81.50	0.0056505	0.0028252	3.57
165	82.00	0.0055263	0.0027631	3.49
166	82.50	0.0054037	0.0027018	3.41
167	83.00	0.0052827	0.0026414	3.34
168	83.50	0.0051633	0.0025817	3.26
169	84.00	0.0050456	0.0025228	3.19
170	84.50	0.0049296	0.0024648	3.11
171	85.00	0.0048152	0.0024076	3.04
172	85.50	0.0047025	0.0023512	2.97
173	86.00	0.0045914	0.0022957	2.90
174	86.50	0.0044821	0.0022410	2.83
175	87.00	0.0043744	0.0021872	2.76
176	87.50	0.0042685	0.0021343	2.70
177	88.00	0.0041643	0.0020821	2.63
178	88.50	0.0040618	0.0020309	2.57
179	89.00	0.0039609	0.0019805	2.50
180	89.50	0.0038618	0.0019309	2.44
181	90.00	0.0037645	0.0018822	2.38
182	90.50	0.0036688	0.0018344	2.32
183	91.00	0.0035748	0.0017874	2.26
184	91.50	0.0034825	0.0017413	2.20
185	92.00	0.0033919	0.0016960	2.14
186	92.50	0.0033030	0.0016515	2.09
187	93.00	0.0032158	0.0016079	2.03
188	93.50	0.0031303	0.0015651	1.98
189	94.00	0.0030464	0.0015232	1.92
190	94.50	0.0029641	0.0014821	1.87
191	95.00	0.0028835	0.0014418	1.82
192	95.50	0.0028045	0.0014023	1.77
193	96.00	0.0027272	0.0013636	1.72
194	96.50	0.0026514	0.0013257	1.67
195	97.00	0.0025773	0.0012886	1.63
196	97.50	0.0025047	0.0012523	1.58
197	98.00	0.0024336	0.0012168	1.54
198	98.50	0.0023641	0.0011821	1.49
199	99.00	0.0022962	0.0011481	1.45
200	99.50	0.0022297	0.0011149	1.41
201	100.00	0.0021648	0.0010824	1.37
202	100.50	0.0021013	0.0010506	1.33
203	101.00	0.0020393	0.0010196	1.29
204	101.50	0.0019787	0.0009893	1.25
205	102.00	0.0019195	0.0009597	1.21
206	102.50	0.0018617	0.0009309	1.18
207	103.00	0.0018053	0.0009027	1.14
208	103.50	0.0017503	0.0008752	1.11
209	104.00	0.0016967	0.0008483	1.07
210	104.50	0.0016443	0.0008221	1.04
211	105.00	0.0015932	0.0007966	1.01

212	105.50	0.0015435	0.0007717	0.97
213	106.00	0.0014950	0.0007475	0.94
214	106.50	0.0014477	0.0007239	0.91
215	107.00	0.0014017	0.0007008	0.89
216	107.50	0.0013568	0.0006784	0.86
217	108.00	0.0013132	0.0006566	0.83
218	108.50	0.0012706	0.0006353	0.80
219	109.00	0.0012293	0.0006146	0.78
220	109.50	0.0011890	0.0005945	0.75
221	110.00	0.0011499	0.0005749	0.73
222	110.50	0.0011118	0.0005559	0.70
223	111.00	0.0010747	0.0005374	0.68
224	111.50	0.0010387	0.0005194	0.66
225	112.00	0.0010037	0.0005019	0.63
226	112.50	0.0009697	0.0004849	0.61
227	113.00	0.0009367	0.0004684	0.59
228	113.50	0.0009046	0.0004523	0.57
229	114.00	0.0008735	0.0004367	0.55
230	114.50	0.0008433	0.0004216	0.53
231	115.00	0.0008139	0.0004070	0.51
232	115.50	0.0007854	0.0003927	0.50
233	116.00	0.0007578	0.0003789	0.48
234	116.50	0.0007310	0.0003655	0.46
235	117.00	0.0007050	0.0003525	0.45
236	117.50	0.0006798	0.0003399	0.43
237	118.00	0.0006554	0.0003277	0.41
238	118.50	0.0006318	0.0003159	0.40
239	119.00	0.0006088	0.0003044	0.38
240	119.50	0.0005866	0.0002933	0.37
241	120.00	0.0005651	0.0002826	0.36
242	120.50	0.0005443	0.0002722	0.34
243	121.00	0.0005242	0.0002621	0.33
244	121.50	0.0005047	0.0002523	0.32
245	122.00	0.0004858	0.0002429	0.31
246	122.50	0.0004676	0.0002338	0.30
247	123.00	0.0004499	0.0002250	0.28
248	123.50	0.0004329	0.0002164	0.27
249	124.00	0.0004164	0.0002082	0.26
250	124.50	0.0004004	0.0002002	0.25
251	125.00	0.0003850	0.0001925	0.24
252	125.50	0.0003701	0.0001851	0.23
253	126.00	0.0003557	0.0001779	0.22
254	126.50	0.0003419	0.0001709	0.22
255	127.00	0.0003285	0.0001642	0.21
256	127.50	0.0003155	0.0001578	0.20
257	128.00	0.0003030	0.0001515	0.19
258	128.50	0.0002910	0.0001455	0.18
259	129.00	0.0002794	0.0001397	0.18
260	129.50	0.0002682	0.0001341	0.17
261	130.00	0.0002574	0.0001287	0.16
262	130.50	0.0002469	0.0001235	0.16
263	131.00	0.0002369	0.0001185	0.15
264	131.50	0.0002272	0.0001136	0.14
265	132.00	0.0002179	0.0001090	0.14
266	132.50	0.0002089	0.0001045	0.13
267	133.00	0.0002003	0.0001001	0.13
268	133.50	0.0001920	0.0000960	0.12
269	134.00	0.0001840	0.0000920	0.12
270	134.50	0.0001762	0.0000881	0.11
271	135.00	0.0001688	0.0000844	0.11
272	135.50	0.0001617	0.0000808	0.10
273	136.00	0.0001548	0.0000774	0.10
274	136.50	0.0001482	0.0000741	0.09
275	137.00	0.0001419	0.0000709	0.09
276	137.50	0.0001358	0.0000679	0.09
277	138.00	0.0001299	0.0000650	0.08
278	138.50	0.0001243	0.0000621	0.08
279	139.00	0.0001189	0.0000594	0.08

280	139.50	0.0001137	0.0000568	0.07
281	140.00	0.0001087	0.0000544	0.07
282	140.50	0.0001039	0.0000520	0.07
283	141.00	0.0000993	0.0000497	0.06
284	141.50	0.0000949	0.0000475	0.06
285	142.00	0.0000907	0.0000453	0.06
286	142.50	0.0000866	0.0000433	0.05
287	143.00	0.0000827	0.0000414	0.05
288	143.50	0.0000790	0.0000395	0.05
289	144.00	0.0000754	0.0000377	0.05
290	144.50	0.0000720	0.0000360	0.05
291	145.00	0.0000687	0.0000343	0.04
292	145.50	0.0000655	0.0000328	0.04
293	146.00	0.0000625	0.0000313	0.04
294	146.50	0.0000596	0.0000298	0.04
295	147.00	0.0000569	0.0000284	0.04
296	147.50	0.0000542	0.0000271	0.03
297	148.00	0.0000517	0.0000259	0.03
298	148.50	0.0000493	0.0000246	0.03
299	149.00	0.0000470	0.0000235	0.03
300	149.50	0.0000447	0.0000224	0.03
301	150.00	0.0000426	0.0000213	0.03
302	150.50	0.0000406	0.0000203	0.03
303	151.00	0.0000387	0.0000193	0.02
304	151.50	0.0000368	0.0000184	0.02
305	152.00	0.0000350	0.0000175	0.02
306	152.50	0.0000333	0.0000167	0.02
307	153.00	0.0000317	0.0000159	0.02
308	153.50	0.0000302	0.0000151	0.02
309	154.00	0.0000287	0.0000144	0.02
310	154.50	0.0000273	0.0000136	0.02
311	155.00	0.0000260	0.0000130	0.02
312	155.50	0.0000247	0.0000123	0.02
313	156.00	0.0000235	0.0000117	0.01
314	156.50	0.0000223	0.0000111	0.01
315	157.00	0.0000212	0.0000106	0.01
316	157.50	0.0000201	0.0000101	0.01
317	158.00	0.0000191	0.0000096	0.01
318	158.50	0.0000181	0.0000091	0.01
319	159.00	0.0000172	0.0000086	0.01
320	159.50	0.0000164	0.0000082	0.01
321	160.00	0.0000155	0.0000078	0.01
322	160.50	0.0000147	0.0000074	0.01
323	161.00	0.0000140	0.0000070	0.01
324	161.50	0.0000133	0.0000066	0.01
325	162.00	0.0000126	0.0000063	0.01
326	162.50	0.0000119	0.0000060	0.01
327	163.00	0.0000113	0.0000057	0.01
328	163.50	0.0000107	0.0000054	0.01
329	164.00	0.0000102	0.0000051	0.01
330	164.50	0.0000096	0.0000048	0.01
331	165.00	0.0000091	0.0000046	0.01
332	165.50	0.0000086	0.0000043	0.01
333	166.00	0.0000082	0.0000041	0.01
334	166.50	0.0000077	0.0000039	0.00
335	167.00	0.0000073	0.0000037	0.00
336	167.50	0.0000069	0.0000035	0.00
337	168.00	0.0000066	0.0000033	0.00
338	168.50	0.0000062	0.0000031	0.00
339	169.00	0.0000059	0.0000029	0.00
340	169.50	0.0000056	0.0000028	0.00
341	170.00	0.0000053	0.0000026	0.00
342	170.50	0.0000050	0.0000025	0.00
343	171.00	0.0000047	0.0000023	0.00
344	171.50	0.0000044	0.0000022	0.00
345	172.00	0.0000042	0.0000021	0.00
346	172.50	0.0000040	0.0000020	0.00
347	173.00	0.0000037	0.0000019	0.00

1	Hs	=	8	m	
2	m_0	=	1611.55102		
3	m_2	=	677.67259		
4	S_{ext}	=	150.38	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.10	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	48,820,916	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ 25\ tahun)}$	=	253	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	0.79577	4	6.49	42.08	33.48478	133.93912	12.05452
0.4	11.40639	2	4.67	21.79	248.59958	497.19916	79.55187
0.5	11.46328	4	13.57	184.21	2111.61295	8446.45179	2111.61295
0.6	6.89013	2	31.69	1004.23	6919.24911	13838.49821	4981.85936
0.7	3.78823	4	39.20	1536.82	5821.83946	23287.35784	11410.80534
0.8	2.11276	2	13.92	193.74	409.32363	818.64726	523.93425
0.9	1.22587	4	14.78	218.47	267.81645	1071.26579	867.72529
1.0	0.74254	2	9.87	97.39	72.31658	144.63316	144.63316
1.1	0.46821	4	4.63	21.40	10.01945	40.07781	48.49415
1.2	0.30601	2	6.10	37.26	11.40086	22.80171	32.83446
1.3	0.20640	4	2.03	4.14	0.85388	3.41551	5.77222
1.4	0.14312	2	5.96	35.47	5.07563	10.15125	19.89646
1.5	0.10167	4	4.29	18.40	1.87062	7.48248	16.83559
1.6	0.07379	2	7.35	54.08	3.99077	7.98154	20.43274
1.7	0.05458	4	5.86	34.32	1.87330	7.49320	21.65534
1.8	0.04106	2	6.53	42.67	1.75222	3.50443	11.35436
1.9	0.03136	4	6.06	36.71	1.15125	4.60499	16.62402
2.0	0.02429	1	6.50	42.22	1.02538	1.02538	4.10152

∑	48346.53063	20330.17757
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	150.38	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.0000000	0.0000000	-
2	0.50	0.0003102	0.0001551	0.04
3	1.00	0.0006203	0.0003102	0.08
4	1.50	0.0009301	0.0004651	0.12
5	2.00	0.0012395	0.0006198	0.16
6	2.50	0.0015483	0.0007741	0.20
7	3.00	0.0018564	0.0009282	0.24

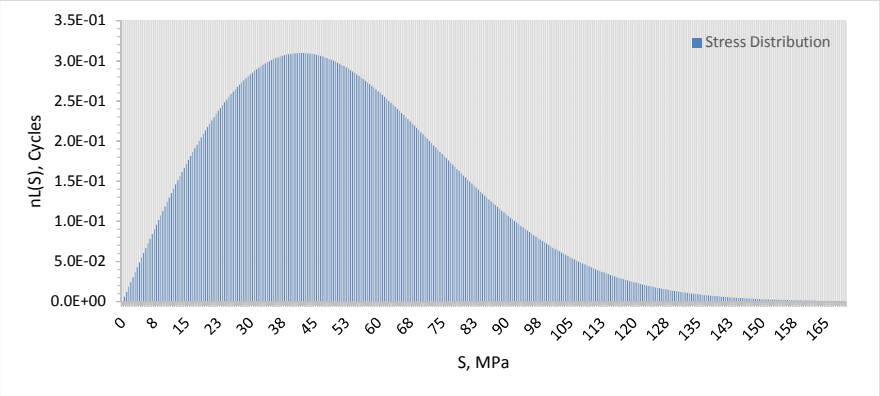
8	3.50	0.0021636	0.0010818	0.27
9	4.00	0.0024698	0.0012349	0.31
10	4.50	0.0027749	0.0013874	0.35
11	5.00	0.0030786	0.0015393	0.39
12	5.50	0.0033810	0.0016905	0.43
13	6.00	0.0036818	0.0018409	0.47
14	6.50	0.0039809	0.0019904	0.50
15	7.00	0.0042781	0.0021391	0.54
16	7.50	0.0045734	0.0022867	0.58
17	8.00	0.0048666	0.0024333	0.62
18	8.50	0.0051575	0.0025788	0.65
19	9.00	0.0054461	0.0027230	0.69
20	9.50	0.0057322	0.0028661	0.73
21	10.00	0.0060156	0.0030078	0.76
22	10.50	0.0062964	0.0031482	0.80
23	11.00	0.0065742	0.0032871	0.83
24	11.50	0.0068491	0.0034246	0.87
25	12.00	0.0071209	0.0035604	0.90
26	12.50	0.0073895	0.0036947	0.94
27	13.00	0.0076547	0.0038273	0.97
28	13.50	0.0079165	0.0039582	1.00
29	14.00	0.0081747	0.0040874	1.04
30	14.50	0.0084293	0.0042147	1.07
31	15.00	0.0086802	0.0043401	1.10
32	15.50	0.0089272	0.0044636	1.13
33	16.00	0.0091703	0.0045851	1.16
34	16.50	0.0094093	0.0047046	1.19
35	17.00	0.0096441	0.0048221	1.22
36	17.50	0.0098748	0.0049374	1.25
37	18.00	0.0101012	0.0050506	1.28
38	18.50	0.0103231	0.0051616	1.31
39	19.00	0.0105406	0.0052703	1.33
40	19.50	0.0107536	0.0053768	1.36
41	20.00	0.0109620	0.0054810	1.39
42	20.50	0.0111656	0.0055828	1.41
43	21.00	0.0113646	0.0056823	1.44
44	21.50	0.0115587	0.0057793	1.46
45	22.00	0.0117480	0.0058740	1.49
46	22.50	0.0119323	0.0059662	1.51
47	23.00	0.0121117	0.0060558	1.53
48	23.50	0.0122860	0.0061430	1.56
49	24.00	0.0124553	0.0062277	1.58
50	24.50	0.0126195	0.0063097	1.60
51	25.00	0.0127785	0.0063893	1.62
52	25.50	0.0129324	0.0064662	1.64
53	26.00	0.0130810	0.0065405	1.66
54	26.50	0.0132245	0.0066122	1.67
55	27.00	0.0133626	0.0066813	1.69
56	27.50	0.0134955	0.0067477	1.71
57	28.00	0.0136231	0.0068115	1.73
58	28.50	0.0137453	0.0068727	1.74
59	29.00	0.0138623	0.0069311	1.76
60	29.50	0.0139739	0.0069869	1.77
61	30.00	0.0140802	0.0070401	1.78
62	30.50	0.0141811	0.0070906	1.80
63	31.00	0.0142767	0.0071384	1.81
64	31.50	0.0143670	0.0071835	1.82
65	32.00	0.0144520	0.0072260	1.83
66	32.50	0.0145317	0.0072658	1.84
67	33.00	0.0146061	0.0073030	1.85
68	33.50	0.0146752	0.0073376	1.86
69	34.00	0.0147391	0.0073695	1.87
70	34.50	0.0147978	0.0073989	1.87
71	35.00	0.0148512	0.0074256	1.88
72	35.50	0.0148995	0.0074498	1.89
73	36.00	0.0149427	0.0074714	1.89
74	36.50	0.0149808	0.0074904	1.90
75	37.00	0.0150139	0.0075069	1.90

76	37.50	0.0150419	0.0075210	1.91
77	38.00	0.0150650	0.0075325	1.91
78	38.50	0.0150831	0.0075416	1.91
79	39.00	0.0150964	0.0075482	1.91
80	39.50	0.0151049	0.0075525	1.91
81	40.00	0.0151086	0.0075543	1.91
82	40.50	0.0151076	0.0075538	1.91
83	41.00	0.0151020	0.0075510	1.91
84	41.50	0.0150918	0.0075459	1.91
85	42.00	0.0150770	0.0075385	1.91
86	42.50	0.0150579	0.0075289	1.91
87	43.00	0.0150343	0.0075171	1.90
88	43.50	0.0150064	0.0075032	1.90
89	44.00	0.0149742	0.0074871	1.90
90	44.50	0.0149379	0.0074689	1.89
91	45.00	0.0148974	0.0074487	1.89
92	45.50	0.0148530	0.0074265	1.88
93	46.00	0.0148045	0.0074023	1.88
94	46.50	0.0147522	0.0073761	1.87
95	47.00	0.0146962	0.0073481	1.86
96	47.50	0.0146364	0.0073182	1.85
97	48.00	0.0145729	0.0072865	1.85
98	48.50	0.0145059	0.0072530	1.84
99	49.00	0.0144355	0.0072177	1.83
100	49.50	0.0143616	0.0071808	1.82
101	50.00	0.0142845	0.0071423	1.81
102	50.50	0.0142042	0.0071021	1.80
103	51.00	0.0141207	0.0070604	1.79
104	51.50	0.0140342	0.0070171	1.78
105	52.00	0.0139448	0.0069724	1.77
106	52.50	0.0138524	0.0069262	1.75
107	53.00	0.0137574	0.0068787	1.74
108	53.50	0.0136596	0.0068298	1.73
109	54.00	0.0135592	0.0067796	1.72
110	54.50	0.0134564	0.0067282	1.70
111	55.00	0.0133511	0.0066756	1.69
112	55.50	0.0132435	0.0066218	1.68
113	56.00	0.0131337	0.0065668	1.66
114	56.50	0.0130217	0.0065108	1.65
115	57.00	0.0129076	0.0064538	1.63
116	57.50	0.0127916	0.0063958	1.62
117	58.00	0.0126737	0.0063369	1.61
118	58.50	0.0125540	0.0062770	1.59
119	59.00	0.0124326	0.0062163	1.57
120	59.50	0.0123096	0.0061548	1.56
121	60.00	0.0121851	0.0060925	1.54
122	60.50	0.0120591	0.0060295	1.53
123	61.00	0.0119317	0.0059659	1.51
124	61.50	0.0118031	0.0059015	1.49
125	62.00	0.0116732	0.0058366	1.48
126	62.50	0.0115423	0.0057711	1.46
127	63.00	0.0114103	0.0057051	1.45
128	63.50	0.0112774	0.0056387	1.43
129	64.00	0.0111435	0.0055718	1.41
130	64.50	0.0110089	0.0055045	1.39
131	65.00	0.0108736	0.0054368	1.38
132	65.50	0.0107377	0.0053688	1.36
133	66.00	0.0106012	0.0053006	1.34
134	66.50	0.0104642	0.0052321	1.33
135	67.00	0.0103268	0.0051634	1.31
136	67.50	0.0101890	0.0050945	1.29
137	68.00	0.0100510	0.0050255	1.27
138	68.50	0.0099127	0.0049564	1.26
139	69.00	0.0097743	0.0048872	1.24
140	69.50	0.0096359	0.0048180	1.22
141	70.00	0.0094975	0.0047487	1.20
142	70.50	0.0093591	0.0046795	1.19
143	71.00	0.0092208	0.0046104	1.17

144	71.50	0.0090827	0.0045414	1.15
145	72.00	0.0089449	0.0044724	1.13
146	72.50	0.0088073	0.0044037	1.12
147	73.00	0.0086702	0.0043351	1.10
148	73.50	0.0085334	0.0042667	1.08
149	74.00	0.0083971	0.0041985	1.06
150	74.50	0.0082613	0.0041306	1.05
151	75.00	0.0081261	0.0040630	1.03
152	75.50	0.0079915	0.0039957	1.01
153	76.00	0.0078575	0.0039288	1.00
154	76.50	0.0077243	0.0038622	0.98
155	77.00	0.0075919	0.0037959	0.96
156	77.50	0.0074602	0.0037301	0.94
157	78.00	0.0073294	0.0036647	0.93
158	78.50	0.0071994	0.0035997	0.91
159	79.00	0.0070704	0.0035352	0.90
160	79.50	0.0069423	0.0034712	0.88
161	80.00	0.0068153	0.0034076	0.86
162	80.50	0.0066892	0.0033446	0.85
163	81.00	0.0065642	0.0032821	0.83
164	81.50	0.0064403	0.0032202	0.82
165	82.00	0.0063176	0.0031588	0.80
166	82.50	0.0061959	0.0030980	0.78
167	83.00	0.0060755	0.0030377	0.77
168	83.50	0.0059562	0.0029781	0.75
169	84.00	0.0058382	0.0029191	0.74
170	84.50	0.0057214	0.0028607	0.72
171	85.00	0.0056059	0.0028030	0.71
172	85.50	0.0054917	0.0027459	0.70
173	86.00	0.0053788	0.0026894	0.68
174	86.50	0.0052672	0.0026336	0.67
175	87.00	0.0051570	0.0025785	0.65
176	87.50	0.0050481	0.0025241	0.64
177	88.00	0.0049406	0.0024703	0.63
178	88.50	0.0048345	0.0024172	0.61
179	89.00	0.0047297	0.0023649	0.60
180	89.50	0.0046264	0.0023132	0.59
181	90.00	0.0045245	0.0022622	0.57
182	90.50	0.0044240	0.0022120	0.56
183	91.00	0.0043249	0.0021625	0.55
184	91.50	0.0042273	0.0021137	0.54
185	92.00	0.0041311	0.0020656	0.52
186	92.50	0.0040364	0.0020182	0.51
187	93.00	0.0039431	0.0019715	0.50
188	93.50	0.0038512	0.0019256	0.49
189	94.00	0.0037608	0.0018804	0.48
190	94.50	0.0036719	0.0018359	0.47
191	95.00	0.0035844	0.0017922	0.45
192	95.50	0.0034983	0.0017492	0.44
193	96.00	0.0034137	0.0017068	0.43
194	96.50	0.0033305	0.0016653	0.42
195	97.00	0.0032488	0.0016244	0.41
196	97.50	0.0031685	0.0015842	0.40
197	98.00	0.0030896	0.0015448	0.39
198	98.50	0.0030121	0.0015061	0.38
199	99.00	0.0029360	0.0014680	0.37
200	99.50	0.0028614	0.0014307	0.36
201	100.00	0.0027881	0.0013941	0.35
202	100.50	0.0027163	0.0013581	0.34
203	101.00	0.0026458	0.0013229	0.34
204	101.50	0.0025766	0.0012883	0.33
205	102.00	0.0025089	0.0012544	0.32
206	102.50	0.0024424	0.0012212	0.31
207	103.00	0.0023773	0.0011887	0.30
208	103.50	0.0023136	0.0011568	0.29
209	104.00	0.0022511	0.0011256	0.29
210	104.50	0.0021899	0.0010950	0.28
211	105.00	0.0021301	0.0010650	0.27

212	105.50	0.0020714	0.0010357	0.26
213	106.00	0.0020141	0.0010070	0.26
214	106.50	0.0019580	0.0009790	0.25
215	107.00	0.0019031	0.0009515	0.24
216	107.50	0.0018494	0.0009247	0.23
217	108.00	0.0017969	0.0008984	0.23
218	108.50	0.0017456	0.0008728	0.22
219	109.00	0.0016955	0.0008477	0.21
220	109.50	0.0016465	0.0008232	0.21
221	110.00	0.0015986	0.0007993	0.20
222	110.50	0.0015519	0.0007759	0.20
223	111.00	0.0015062	0.0007531	0.19
224	111.50	0.0014617	0.0007308	0.19
225	112.00	0.0014182	0.0007091	0.18
226	112.50	0.0013758	0.0006879	0.17
227	113.00	0.0013344	0.0006672	0.17
228	113.50	0.0012940	0.0006470	0.16
229	114.00	0.0012547	0.0006273	0.16
230	114.50	0.0012163	0.0006081	0.15
231	115.00	0.0011789	0.0005894	0.15
232	115.50	0.0011424	0.0005712	0.14
233	116.00	0.0011069	0.0005534	0.14
234	116.50	0.0010723	0.0005361	0.14
235	117.00	0.0010386	0.0005193	0.13
236	117.50	0.0010057	0.0005029	0.13
237	118.00	0.0009738	0.0004869	0.12
238	118.50	0.0009427	0.0004713	0.12
239	119.00	0.0009124	0.0004562	0.12
240	119.50	0.0008830	0.0004415	0.11
241	120.00	0.0008543	0.0004272	0.11
242	120.50	0.0008265	0.0004132	0.10
243	121.00	0.0007994	0.0003997	0.10
244	121.50	0.0007730	0.0003865	0.10
245	122.00	0.0007475	0.0003737	0.09
246	122.50	0.0007226	0.0003613	0.09
247	123.00	0.0006984	0.0003492	0.09
248	123.50	0.0006749	0.0003375	0.09
249	124.00	0.0006522	0.0003261	0.08
250	124.50	0.0006300	0.0003150	0.08
251	125.00	0.0006085	0.0003043	0.08
252	125.50	0.0005877	0.0002938	0.07
253	126.00	0.0005674	0.0002837	0.07
254	126.50	0.0005478	0.0002739	0.07
255	127.00	0.0005288	0.0002644	0.07
256	127.50	0.0005103	0.0002552	0.06
257	128.00	0.0004924	0.0002462	0.06
258	128.50	0.0004750	0.0002375	0.06
259	129.00	0.0004582	0.0002291	0.06
260	129.50	0.0004419	0.0002210	0.06
261	130.00	0.0004261	0.0002131	0.05
262	130.50	0.0004108	0.0002054	0.05
263	131.00	0.0003960	0.0001980	0.05
264	131.50	0.0003816	0.0001908	0.05
265	132.00	0.0003677	0.0001839	0.05
266	132.50	0.0003543	0.0001771	0.04
267	133.00	0.0003413	0.0001706	0.04
268	133.50	0.0003287	0.0001643	0.04
269	134.00	0.0003165	0.0001583	0.04
270	134.50	0.0003047	0.0001524	0.04
271	135.00	0.0002933	0.0001467	0.04
272	135.50	0.0002823	0.0001412	0.04
273	136.00	0.0002717	0.0001358	0.03
274	136.50	0.0002614	0.0001307	0.03
275	137.00	0.0002515	0.0001257	0.03
276	137.50	0.0002419	0.0001209	0.03
277	138.00	0.0002326	0.0001163	0.03
278	138.50	0.0002236	0.0001118	0.03
279	139.00	0.0002150	0.0001075	0.03

1	Hs	=	9	m	
2	m_0	=	1753.58890		
3	m_2	=	723.52627		
4	S_{ext}	=	156.76	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.10	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	48,359,439	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	43	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00000	1	3.33	11.10	0.00000	0.00000	0.00000
0.3	2.80288	4	6.49	42.08	117.94145	471.76579	42.45892
0.4	16.98889	2	4.67	21.79	370.26899	740.53798	118.48608
0.5	13.49512	4	13.57	184.21	2485.89088	9943.56351	2485.89088
0.6	7.45424	2	31.69	1004.23	7485.74717	14971.49434	5389.73796
0.7	3.95261	4	39.20	1536.82	6074.46006	24297.84023	11905.94171
0.8	2.16602	2	13.92	193.74	419.64338	839.28676	537.14353
0.9	1.24508	4	14.78	218.47	272.01202	1088.04808	881.31894
1.0	0.75015	2	9.87	97.39	73.05789	146.11578	146.11578
1.1	0.47149	4	4.63	21.40	10.08949	40.35796	48.83313
1.2	0.30752	2	6.10	37.26	11.45707	22.91413	32.99635
1.3	0.20714	4	2.03	4.14	0.85693	3.42773	5.79286
1.4	0.14350	2	5.96	35.47	5.08912	10.17824	19.94935
1.5	0.10188	4	4.29	18.40	1.87439	7.49757	16.86954
1.6	0.07391	2	7.35	54.08	3.99698	7.99397	20.46456
1.7	0.05465	4	5.86	34.32	1.87559	7.50235	21.68180
1.8	0.04110	2	6.53	42.67	1.75392	3.50784	11.36540
1.9	0.03139	4	6.06	36.71	1.15215	4.60860	16.63703
2.0	0.02430	1	6.50	42.22	1.02603	1.02603	4.10413

∑	52607.66691	21705.78796
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	156.76	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.0000000	0.0000000	-
2	0.50	0.0002851	0.0001426	0.01
3	1.00	0.0005701	0.0002850	0.01
4	1.50	0.0008548	0.0004274	0.02
5	2.00	0.0011392	0.0005696	0.02
6	2.50	0.0014231	0.0007116	0.03
7	3.00	0.0017064	0.0008532	0.04

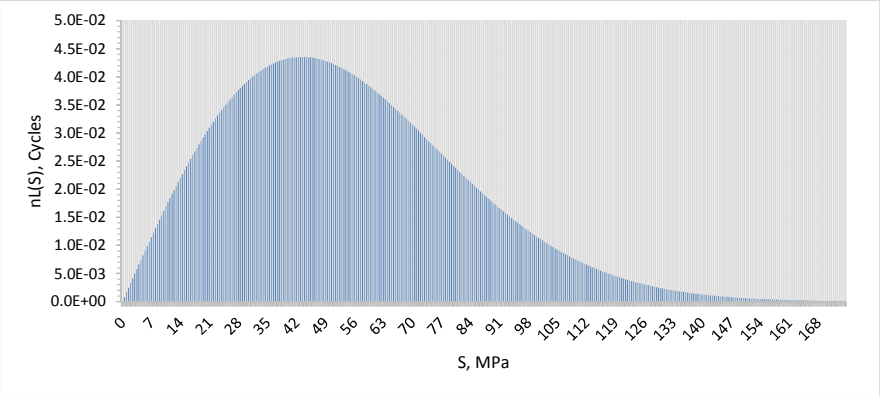
8	3.50	0.0019889	0.0009945	0.04
9	4.00	0.0022707	0.0011353	0.05
10	4.50	0.0025514	0.0012757	0.05
11	5.00	0.0028310	0.0014155	0.06
12	5.50	0.0031095	0.0015547	0.07
13	6.00	0.0033866	0.0016933	0.07
14	6.50	0.0036623	0.0018311	0.08
15	7.00	0.0039364	0.0019682	0.08
16	7.50	0.0042089	0.0021044	0.09
17	8.00	0.0044796	0.0022398	0.10
18	8.50	0.0047484	0.0023742	0.10
19	9.00	0.0050152	0.0025076	0.11
20	9.50	0.0052798	0.0026399	0.11
21	10.00	0.0055423	0.0027711	0.12
22	10.50	0.0058024	0.0029012	0.12
23	11.00	0.0060601	0.0030301	0.13
24	11.50	0.0063153	0.0031576	0.14
25	12.00	0.0065678	0.0032839	0.14
26	12.50	0.0068176	0.0034088	0.15
27	13.00	0.0070646	0.0035323	0.15
28	13.50	0.0073087	0.0036543	0.16
29	14.00	0.0075497	0.0037748	0.16
30	14.50	0.0077876	0.0038938	0.17
31	15.00	0.0080224	0.0040112	0.17
32	15.50	0.0082538	0.0041269	0.18
33	16.00	0.0084819	0.0042409	0.18
34	16.50	0.0087065	0.0043532	0.19
35	17.00	0.0089276	0.0044638	0.19
36	17.50	0.0091451	0.0045725	0.20
37	18.00	0.0093589	0.0046794	0.20
38	18.50	0.0095689	0.0047845	0.20
39	19.00	0.0097751	0.0048876	0.21
40	19.50	0.0099775	0.0049887	0.21
41	20.00	0.0101758	0.0050879	0.22
42	20.50	0.0103702	0.0051851	0.22
43	21.00	0.0105604	0.0052802	0.23
44	21.50	0.0107466	0.0053733	0.23
45	22.00	0.0109285	0.0054643	0.23
46	22.50	0.0111062	0.0055531	0.24
47	23.00	0.0112796	0.0056398	0.24
48	23.50	0.0114487	0.0057243	0.24
49	24.00	0.0116133	0.0058067	0.25
50	24.50	0.0117736	0.0058868	0.25
51	25.00	0.0119294	0.0059647	0.26
52	25.50	0.0120807	0.0060403	0.26
53	26.00	0.0122275	0.0061137	0.26
54	26.50	0.0123697	0.0061848	0.26
55	27.00	0.0125073	0.0062537	0.27
56	27.50	0.0126403	0.0063202	0.27
57	28.00	0.0127687	0.0063844	0.27
58	28.50	0.0128925	0.0064462	0.28
59	29.00	0.0130115	0.0065058	0.28
60	29.50	0.0131260	0.0065630	0.28
61	30.00	0.0132357	0.0066178	0.28
62	30.50	0.0133407	0.0066704	0.29
63	31.00	0.0134410	0.0067205	0.29
64	31.50	0.0135367	0.0067683	0.29
65	32.00	0.0136276	0.0068138	0.29
66	32.50	0.0137139	0.0068569	0.29
67	33.00	0.0137954	0.0068977	0.29
68	33.50	0.0138723	0.0069362	0.30
69	34.00	0.0139445	0.0069723	0.30
70	34.50	0.0140121	0.0070060	0.30
71	35.00	0.0140750	0.0070375	0.30
72	35.50	0.0141333	0.0070666	0.30
73	36.00	0.0141870	0.0070935	0.30
74	36.50	0.0142361	0.0071181	0.30
75	37.00	0.0142807	0.0071404	0.31

76	37.50	0.0143208	0.0071604	0.31
77	38.00	0.0143564	0.0071782	0.31
78	38.50	0.0143875	0.0071938	0.31
79	39.00	0.0144142	0.0072071	0.31
80	39.50	0.0144365	0.0072183	0.31
81	40.00	0.0144545	0.0072273	0.31
82	40.50	0.0144682	0.0072341	0.31
83	41.00	0.0144776	0.0072388	0.31
84	41.50	0.0144828	0.0072414	0.31
85	42.00	0.0144839	0.0072419	0.31
86	42.50	0.0144808	0.0072404	0.31
87	43.00	0.0144737	0.0072368	0.31
88	43.50	0.0144625	0.0072313	0.31
89	44.00	0.0144474	0.0072237	0.31
90	44.50	0.0144284	0.0072142	0.31
91	45.00	0.0144055	0.0072028	0.31
92	45.50	0.0143789	0.0071894	0.31
93	46.00	0.0143485	0.0071742	0.31
94	46.50	0.0143144	0.0071572	0.31
95	47.00	0.0142767	0.0071384	0.31
96	47.50	0.0142355	0.0071178	0.30
97	48.00	0.0141909	0.0070954	0.30
98	48.50	0.0141428	0.0070714	0.30
99	49.00	0.0140913	0.0070457	0.30
100	49.50	0.0140366	0.0070183	0.30
101	50.00	0.0139787	0.0069893	0.30
102	50.50	0.0139176	0.0069588	0.30
103	51.00	0.0138535	0.0069268	0.30
104	51.50	0.0137864	0.0068932	0.29
105	52.00	0.0137164	0.0068582	0.29
106	52.50	0.0136435	0.0068217	0.29
107	53.00	0.0135678	0.0067839	0.29
108	53.50	0.0134894	0.0067447	0.29
109	54.00	0.0134084	0.0067042	0.29
110	54.50	0.0133248	0.0066624	0.28
111	55.00	0.0132388	0.0066194	0.28
112	55.50	0.0131503	0.0065752	0.28
113	56.00	0.0130596	0.0065298	0.28
114	56.50	0.0129665	0.0064833	0.28
115	57.00	0.0128713	0.0064357	0.28
116	57.50	0.0127740	0.0063870	0.27
117	58.00	0.0126746	0.0063373	0.27
118	58.50	0.0125733	0.0062867	0.27
119	59.00	0.0124701	0.0062351	0.27
120	59.50	0.0123651	0.0061826	0.26
121	60.00	0.0122584	0.0061292	0.26
122	60.50	0.0121501	0.0060750	0.26
123	61.00	0.0120401	0.0060200	0.26
124	61.50	0.0119286	0.0059643	0.26
125	62.00	0.0118157	0.0059079	0.25
126	62.50	0.0117015	0.0058507	0.25
127	63.00	0.0115859	0.0057930	0.25
128	63.50	0.0114692	0.0057346	0.25
129	64.00	0.0113513	0.0056756	0.24
130	64.50	0.0112323	0.0056161	0.24
131	65.00	0.0111123	0.0055561	0.24
132	65.50	0.0109914	0.0054957	0.24
133	66.00	0.0108696	0.0054348	0.23
134	66.50	0.0107470	0.0053735	0.23
135	67.00	0.0106236	0.0053118	0.23
136	67.50	0.0104996	0.0052498	0.22
137	68.00	0.0103751	0.0051875	0.22
138	68.50	0.0102499	0.0051250	0.22
139	69.00	0.0101243	0.0050622	0.22
140	69.50	0.0099983	0.0049992	0.21
141	70.00	0.0098719	0.0049360	0.21
142	70.50	0.0097453	0.0048726	0.21
143	71.00	0.0096184	0.0048092	0.21

144	71.50	0.0094913	0.0047457	0.20
145	72.00	0.0093642	0.0046821	0.20
146	72.50	0.0092369	0.0046185	0.20
147	73.00	0.0091097	0.0045548	0.19
148	73.50	0.0089825	0.0044913	0.19
149	74.00	0.0088554	0.0044277	0.19
150	74.50	0.0087285	0.0043643	0.19
151	75.00	0.0086018	0.0043009	0.18
152	75.50	0.0084753	0.0042377	0.18
153	76.00	0.0083492	0.0041746	0.18
154	76.50	0.0082233	0.0041117	0.18
155	77.00	0.0080979	0.0040490	0.17
156	77.50	0.0079729	0.0039865	0.17
157	78.00	0.0078485	0.0039242	0.17
158	78.50	0.0077245	0.0038622	0.17
159	79.00	0.0076011	0.0038005	0.16
160	79.50	0.0074783	0.0037391	0.16
161	80.00	0.0073561	0.0036781	0.16
162	80.50	0.0072346	0.0036173	0.15
163	81.00	0.0071139	0.0035569	0.15
164	81.50	0.0069939	0.0034969	0.15
165	82.00	0.0068747	0.0034373	0.15
166	82.50	0.0067563	0.0033781	0.14
167	83.00	0.0066387	0.0033194	0.14
168	83.50	0.0065220	0.0032610	0.14
169	84.00	0.0064063	0.0032031	0.14
170	84.50	0.0062914	0.0031457	0.13
171	85.00	0.0061776	0.0030888	0.13
172	85.50	0.0060647	0.0030323	0.13
173	86.00	0.0059528	0.0029764	0.13
174	86.50	0.0058420	0.0029210	0.12
175	87.00	0.0057322	0.0028661	0.12
176	87.50	0.0056235	0.0028117	0.12
177	88.00	0.0055159	0.0027579	0.12
178	88.50	0.0054094	0.0027047	0.12
179	89.00	0.0053040	0.0026520	0.11
180	89.50	0.0051998	0.0025999	0.11
181	90.00	0.0050967	0.0025484	0.11
182	90.50	0.0049948	0.0024974	0.11
183	91.00	0.0048941	0.0024471	0.10
184	91.50	0.0047946	0.0023973	0.10
185	92.00	0.0046964	0.0023482	0.10
186	92.50	0.0045993	0.0022997	0.10
187	93.00	0.0045035	0.0022517	0.10
188	93.50	0.0044089	0.0022044	0.09
189	94.00	0.0043156	0.0021578	0.09
190	94.50	0.0042235	0.0021117	0.09
191	95.00	0.0041326	0.0020663	0.09
192	95.50	0.0040431	0.0020215	0.09
193	96.00	0.0039548	0.0019774	0.08
194	96.50	0.0038678	0.0019339	0.08
195	97.00	0.0037820	0.0018910	0.08
196	97.50	0.0036976	0.0018488	0.08
197	98.00	0.0036144	0.0018072	0.08
198	98.50	0.0035325	0.0017662	0.08
199	99.00	0.0034518	0.0017259	0.07
200	99.50	0.0033724	0.0016862	0.07
201	100.00	0.0032944	0.0016472	0.07
202	100.50	0.0032175	0.0016088	0.07
203	101.00	0.0031420	0.0015710	0.07
204	101.50	0.0030677	0.0015338	0.07
205	102.00	0.0029946	0.0014973	0.06
206	102.50	0.0029228	0.0014614	0.06
207	103.00	0.0028523	0.0014261	0.06
208	103.50	0.0027830	0.0013915	0.06
209	104.00	0.0027149	0.0013575	0.06
210	104.50	0.0026481	0.0013240	0.06
211	105.00	0.0025825	0.0012912	0.06

212	105.50	0.0025180	0.0012590	0.05
213	106.00	0.0024548	0.0012274	0.05
214	106.50	0.0023928	0.0011964	0.05
215	107.00	0.0023320	0.0011660	0.05
216	107.50	0.0022723	0.0011362	0.05
217	108.00	0.0022138	0.0011069	0.05
218	108.50	0.0021565	0.0010782	0.05
219	109.00	0.0021003	0.0010501	0.04
220	109.50	0.0020452	0.0010226	0.04
221	110.00	0.0019912	0.0009956	0.04
222	110.50	0.0019384	0.0009692	0.04
223	111.00	0.0018866	0.0009433	0.04
224	111.50	0.0018359	0.0009180	0.04
225	112.00	0.0017863	0.0008932	0.04
226	112.50	0.0017378	0.0008689	0.04
227	113.00	0.0016903	0.0008451	0.04
228	113.50	0.0016438	0.0008219	0.04
229	114.00	0.0015984	0.0007992	0.03
230	114.50	0.0015539	0.0007770	0.03
231	115.00	0.0015105	0.0007552	0.03
232	115.50	0.0014680	0.0007340	0.03
233	116.00	0.0014265	0.0007132	0.03
234	116.50	0.0013859	0.0006930	0.03
235	117.00	0.0013463	0.0006732	0.03
236	117.50	0.0013076	0.0006538	0.03
237	118.00	0.0012698	0.0006349	0.03
238	118.50	0.0012329	0.0006165	0.03
239	119.00	0.0011969	0.0005985	0.03
240	119.50	0.0011618	0.0005809	0.02
241	120.00	0.0011275	0.0005637	0.02
242	120.50	0.0010940	0.0005470	0.02
243	121.00	0.0010614	0.0005307	0.02
244	121.50	0.0010295	0.0005148	0.02
245	122.00	0.0009985	0.0004992	0.02
246	122.50	0.0009682	0.0004841	0.02
247	123.00	0.0009388	0.0004694	0.02
248	123.50	0.0009100	0.0004550	0.02
249	124.00	0.0008820	0.0004410	0.02
250	124.50	0.0008548	0.0004274	0.02
251	125.00	0.0008282	0.0004141	0.02
252	125.50	0.0008023	0.0004012	0.02
253	126.00	0.0007772	0.0003886	0.02
254	126.50	0.0007527	0.0003763	0.02
255	127.00	0.0007288	0.0003644	0.02
256	127.50	0.0007056	0.0003528	0.02
257	128.00	0.0006830	0.0003415	0.01
258	128.50	0.0006611	0.0003305	0.01
259	129.00	0.0006397	0.0003199	0.01
260	129.50	0.0006190	0.0003095	0.01
261	130.00	0.0005988	0.0002994	0.01
262	130.50	0.0005792	0.0002896	0.01
263	131.00	0.0005601	0.0002801	0.01
264	131.50	0.0005416	0.0002708	0.01
265	132.00	0.0005236	0.0002618	0.01
266	132.50	0.0005062	0.0002531	0.01
267	133.00	0.0004892	0.0002446	0.01
268	133.50	0.0004727	0.0002364	0.01
269	134.00	0.0004568	0.0002284	0.01
270	134.50	0.0004412	0.0002206	0.01
271	135.00	0.0004262	0.0002131	0.01
272	135.50	0.0004116	0.0002058	0.01
273	136.00	0.0003974	0.0001987	0.01
274	136.50	0.0003837	0.0001918	0.01
275	137.00	0.0003704	0.0001852	0.01
276	137.50	0.0003574	0.0001787	0.01
277	138.00	0.0003449	0.0001725	0.01
278	138.50	0.0003328	0.0001664	0.01
279	139.00	0.0003210	0.0001605	0.01

1	Hs	=	10	m	
2	m_0	=	1880.57870		
3	m_2	=	760.50380		
4	S_{ext}	=	162.22	Mpa	(Ampitudo rentang tegangan ekstrim)
5	n	=	0.10	per detik	(Jumlah Kejadian per detik)
6	$n_{25\ tahun}$	=	47,876,560	kali	(Jumlah kejadian selama 25 tahun)
7	$n_{(hs,\ T\ 25\ tahun)}$	=	6	kali	(Jumlah kejadian pada Hs 25 tahun)



Interval	0.1

ω (rad/s)	S(ω) (MPa^2/rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO^2 (MPa^2/m2)	Sr(ω) (MPa^2/(rad/s))	Sr(ω)*SM (MPa^2)	ω2*Sr(ω)*SM (MPa^2(rad/s))
0.2	0.00001	1	3.33	11.10	0.00010	0.00010	0.00000
0.3	6.89827	4	6.49	42.08	290.27049	1161.08195	104.49738
0.4	22.59036	2	4.67	21.79	492.35160	984.70320	157.55251
0.5	15.16590	4	13.57	184.21	2793.65866	11174.63465	2793.65866
0.6	7.88587	2	31.69	1004.23	7919.19763	15838.39527	5701.82230
0.7	4.07454	4	39.20	1536.82	6261.85544	25047.42174	12273.23665
0.8	2.20495	2	13.92	193.74	427.18427	854.36854	546.79587
0.9	1.25900	4	14.78	218.47	275.05335	1100.21340	891.17286
1.0	0.75564	2	9.87	97.39	73.59280	147.18560	147.18560
1.1	0.47384	4	4.63	21.40	10.13989	40.55955	49.07706
1.2	0.30861	2	6.10	37.26	11.49744	22.99489	33.11264
1.3	0.20767	4	2.03	4.14	0.85912	3.43650	5.80768
1.4	0.14377	2	5.96	35.47	5.09879	10.19758	19.98727
1.5	0.10202	4	4.29	18.40	1.87710	7.50838	16.89386
1.6	0.07399	2	7.35	54.08	4.00144	8.00287	20.48735
1.7	0.05470	4	5.86	34.32	1.87723	7.50891	21.70074
1.8	0.04113	2	6.53	42.67	1.75514	3.51028	11.37330
1.9	0.03141	4	6.06	36.71	1.15279	4.61118	16.64635
2.0	0.02431	1	6.50	42.22	1.02650	1.02650	4.10600

∑	56417.36109	22815.11408
	Σ0	Σ2

8	interval S	0.5	MPa	(Interval tegangan)
9	Check Jumlah P(S)	1.00		(Jumlah Peluang harus 1)
10	S_{max}	162.22	Mpa	

No	S (Mpa)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.0000000	0.0000000	-
2	0.50	0.0002659	0.0001329	0.00
3	1.00	0.0005316	0.0002658	0.00
4	1.50	0.0007971	0.0003986	0.00
5	2.00	0.0010624	0.0005312	0.00
6	2.50	0.0013272	0.0006636	0.00
7	3.00	0.0015914	0.0007957	0.00

8	3.50	0.0018551	0.0009275	0.01
9	4.00	0.0021180	0.0010590	0.01
10	4.50	0.0023800	0.0011900	0.01
11	5.00	0.0026411	0.0013206	0.01
12	5.50	0.0029012	0.0014506	0.01
13	6.00	0.0031601	0.0015801	0.01
14	6.50	0.0034178	0.0017089	0.01
15	7.00	0.0036741	0.0018370	0.01
16	7.50	0.0039289	0.0019645	0.01
17	8.00	0.0041822	0.0020911	0.01
18	8.50	0.0044339	0.0022169	0.01
19	9.00	0.0046838	0.0023419	0.01
20	9.50	0.0049319	0.0024659	0.02
21	10.00	0.0051780	0.0025890	0.02
22	10.50	0.0054221	0.0027110	0.02
23	11.00	0.0056641	0.0028320	0.02
24	11.50	0.0059039	0.0029519	0.02
25	12.00	0.0061413	0.0030707	0.02
26	12.50	0.0063764	0.0031882	0.02
27	13.00	0.0066090	0.0033045	0.02
28	13.50	0.0068391	0.0034195	0.02
29	14.00	0.0070665	0.0035333	0.02
30	14.50	0.0072912	0.0036456	0.02
31	15.00	0.0075131	0.0037566	0.02
32	15.50	0.0077321	0.0038661	0.02
33	16.00	0.0079482	0.0039741	0.02
34	16.50	0.0081612	0.0040806	0.03
35	17.00	0.0083712	0.0041856	0.03
36	17.50	0.0085780	0.0042890	0.03
37	18.00	0.0087815	0.0043908	0.03
38	18.50	0.0089818	0.0044909	0.03
39	19.00	0.0091786	0.0045893	0.03
40	19.50	0.0093721	0.0046860	0.03
41	20.00	0.0095621	0.0047810	0.03
42	20.50	0.0097485	0.0048742	0.03
43	21.00	0.0099313	0.0049657	0.03
44	21.50	0.0101105	0.0050552	0.03
45	22.00	0.0102860	0.0051430	0.03
46	22.50	0.0104577	0.0052288	0.03
47	23.00	0.0106256	0.0053128	0.03
48	23.50	0.0107897	0.0053948	0.03
49	24.00	0.0109499	0.0054749	0.03
50	24.50	0.0111062	0.0055531	0.03
51	25.00	0.0112585	0.0056293	0.04
52	25.50	0.0114068	0.0057034	0.04
53	26.00	0.0115512	0.0057756	0.04
54	26.50	0.0116914	0.0058457	0.04
55	27.00	0.0118276	0.0059138	0.04
56	27.50	0.0119596	0.0059798	0.04
57	28.00	0.0120876	0.0060438	0.04
58	28.50	0.0122114	0.0061057	0.04
59	29.00	0.0123310	0.0061655	0.04
60	29.50	0.0124464	0.0062232	0.04
61	30.00	0.0125576	0.0062788	0.04
62	30.50	0.0126647	0.0063323	0.04
63	31.00	0.0127675	0.0063837	0.04
64	31.50	0.0128661	0.0064330	0.04
65	32.00	0.0129604	0.0064802	0.04
66	32.50	0.0130505	0.0065253	0.04
67	33.00	0.0131364	0.0065682	0.04
68	33.50	0.0132181	0.0066090	0.04
69	34.00	0.0132955	0.0066478	0.04
70	34.50	0.0133688	0.0066844	0.04
71	35.00	0.0134378	0.0067189	0.04
72	35.50	0.0135026	0.0067513	0.04
73	36.00	0.0135633	0.0067816	0.04
74	36.50	0.0136197	0.0068099	0.04
75	37.00	0.0136721	0.0068360	0.04

76	37.50	0.0137203	0.0068601	0.04
77	38.00	0.0137644	0.0068822	0.04
78	38.50	0.0138044	0.0069022	0.04
79	39.00	0.0138403	0.0069202	0.04
80	39.50	0.0138722	0.0069361	0.04
81	40.00	0.0139001	0.0069501	0.04
82	40.50	0.0139241	0.0069620	0.04
83	41.00	0.0139441	0.0069720	0.04
84	41.50	0.0139602	0.0069801	0.04
85	42.00	0.0139724	0.0069862	0.04
86	42.50	0.0139808	0.0069904	0.04
87	43.00	0.0139854	0.0069927	0.04
88	43.50	0.0139863	0.0069931	0.04
89	44.00	0.0139835	0.0069917	0.04
90	44.50	0.0139769	0.0069885	0.04
91	45.00	0.0139668	0.0069834	0.04
92	45.50	0.0139531	0.0069766	0.04
93	46.00	0.0139359	0.0069680	0.04
94	46.50	0.0139152	0.0069576	0.04
95	47.00	0.0138911	0.0069456	0.04
96	47.50	0.0138636	0.0069318	0.04
97	48.00	0.0138328	0.0069164	0.04
98	48.50	0.0137988	0.0068994	0.04
99	49.00	0.0137615	0.0068807	0.04
100	49.50	0.0137211	0.0068605	0.04
101	50.00	0.0136775	0.0068388	0.04
102	50.50	0.0136310	0.0068155	0.04
103	51.00	0.0135814	0.0067907	0.04
104	51.50	0.0135290	0.0067645	0.04
105	52.00	0.0134737	0.0067368	0.04
106	52.50	0.0134155	0.0067078	0.04
107	53.00	0.0133547	0.0066773	0.04
108	53.50	0.0132912	0.0066456	0.04
109	54.00	0.0132250	0.0066125	0.04
110	54.50	0.0131563	0.0065782	0.04
111	55.00	0.0130852	0.0065426	0.04
112	55.50	0.0130116	0.0065058	0.04
113	56.00	0.0129356	0.0064678	0.04
114	56.50	0.0128574	0.0064287	0.04
115	57.00	0.0127769	0.0063885	0.04
116	57.50	0.0126943	0.0063472	0.04
117	58.00	0.0126096	0.0063048	0.04
118	58.50	0.0125228	0.0062614	0.04
119	59.00	0.0124341	0.0062171	0.04
120	59.50	0.0123435	0.0061718	0.04
121	60.00	0.0122511	0.0061255	0.04
122	60.50	0.0121568	0.0060784	0.04
123	61.00	0.0120609	0.0060305	0.04
124	61.50	0.0119634	0.0059817	0.04
125	62.00	0.0118642	0.0059321	0.04
126	62.50	0.0117636	0.0058818	0.04
127	63.00	0.0116615	0.0058308	0.04
128	63.50	0.0115581	0.0057790	0.04
129	64.00	0.0114533	0.0057266	0.04
130	64.50	0.0113473	0.0056736	0.04
131	65.00	0.0112400	0.0056200	0.03
132	65.50	0.0111317	0.0055659	0.03
133	66.00	0.0110223	0.0055112	0.03
134	66.50	0.0109119	0.0054560	0.03
135	67.00	0.0108006	0.0054003	0.03
136	67.50	0.0106883	0.0053442	0.03
137	68.00	0.0105753	0.0052876	0.03
138	68.50	0.0104615	0.0052307	0.03
139	69.00	0.0103470	0.0051735	0.03
140	69.50	0.0102318	0.0051159	0.03
141	70.00	0.0101161	0.0050580	0.03
142	70.50	0.0099998	0.0049999	0.03
143	71.00	0.0098831	0.0049415	0.03

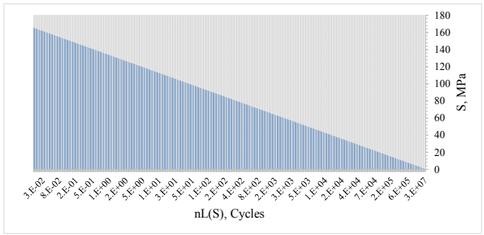
144	71.50	0.0097659	0.0048829	0.03
145	72.00	0.0096484	0.0048242	0.03
146	72.50	0.0095305	0.0047653	0.03
147	73.00	0.0094124	0.0047062	0.03
148	73.50	0.0092941	0.0046470	0.03
149	74.00	0.0091756	0.0045878	0.03
150	74.50	0.0090571	0.0045285	0.03
151	75.00	0.0089384	0.0044692	0.03
152	75.50	0.0088198	0.0044099	0.03
153	76.00	0.0087012	0.0043506	0.03
154	76.50	0.0085826	0.0042913	0.03
155	77.00	0.0084642	0.0042321	0.03
156	77.50	0.0083460	0.0041730	0.03
157	78.00	0.0082280	0.0041140	0.03
158	78.50	0.0081102	0.0040551	0.03
159	79.00	0.0079928	0.0039964	0.02
160	79.50	0.0078757	0.0039378	0.02
161	80.00	0.0077589	0.0038795	0.02
162	80.50	0.0076426	0.0038213	0.02
163	81.00	0.0075267	0.0037634	0.02
164	81.50	0.0074113	0.0037057	0.02
165	82.00	0.0072965	0.0036482	0.02
166	82.50	0.0071822	0.0035911	0.02
167	83.00	0.0070685	0.0035342	0.02
168	83.50	0.0069554	0.0034777	0.02
169	84.00	0.0068430	0.0034215	0.02
170	84.50	0.0067312	0.0033656	0.02
171	85.00	0.0066202	0.0033101	0.02
172	85.50	0.0065099	0.0032549	0.02
173	86.00	0.0064003	0.0032002	0.02
174	86.50	0.0062916	0.0031458	0.02
175	87.00	0.0061837	0.0030918	0.02
176	87.50	0.0060766	0.0030383	0.02
177	88.00	0.0059704	0.0029852	0.02
178	88.50	0.0058651	0.0029325	0.02
179	89.00	0.0057607	0.0028803	0.02
180	89.50	0.0056572	0.0028286	0.02
181	90.00	0.0055547	0.0027773	0.02
182	90.50	0.0054531	0.0027265	0.02
183	91.00	0.0053525	0.0026763	0.02
184	91.50	0.0052529	0.0026265	0.02
185	92.00	0.0051543	0.0025772	0.02
186	92.50	0.0050568	0.0025284	0.02
187	93.00	0.0049603	0.0024801	0.02
188	93.50	0.0048648	0.0024324	0.02
189	94.00	0.0047704	0.0023852	0.01
190	94.50	0.0046771	0.0023386	0.01
191	95.00	0.0045849	0.0022925	0.01
192	95.50	0.0044938	0.0022469	0.01
193	96.00	0.0044038	0.0022019	0.01
194	96.50	0.0043149	0.0021574	0.01
195	97.00	0.0042271	0.0021135	0.01
196	97.50	0.0041404	0.0020702	0.01
197	98.00	0.0040549	0.0020274	0.01
198	98.50	0.0039705	0.0019852	0.01
199	99.00	0.0038872	0.0019436	0.01
200	99.50	0.0038051	0.0019026	0.01
201	100.00	0.0037241	0.0018621	0.01
202	100.50	0.0036443	0.0018222	0.01
203	101.00	0.0035656	0.0017828	0.01
204	101.50	0.0034881	0.0017441	0.01
205	102.00	0.0034117	0.0017059	0.01
206	102.50	0.0033365	0.0016683	0.01
207	103.00	0.0032624	0.0016312	0.01
208	103.50	0.0031895	0.0015948	0.01
209	104.00	0.0031177	0.0015589	0.01
210	104.50	0.0030471	0.0015235	0.01
211	105.00	0.0029776	0.0014888	0.01

		n L (cycles)																		N (cycles)	Cummulative Damage	Total Cummulative Damage
No	S (Mpa)	Σ KODE 1(0,5 m)	Σ KODE 2 (1 m)	Σ KODE 3 (1,5 m)	Σ KODE 4 (2 m)	Σ KODE 5 (2,5 m)	Σ KODE 6 (3 m)	Σ KODE 7 (3,5 m)	Σ KODE 8 (4 m)	Σ KODE 9 (4,5 m)	Σ KODE 10 (5 m)	Σ KODE 10 (5.5 m)	Σ KODE 11 (6 m)	Σ KODE 12 (7 m)	Σ KODE 13 (8 m)	Σ KODE 14 (9 m)	Σ KODE 15 (10 m)	Σ Total		n/N	
1	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	0.50	17,233,108.00	17,347,081.93	245,219.93	17,587.06	2,917.28	685.27	209.14	89.35	26.98	11.69	2.08	1.15	0.22	0.04	0.01	0.00	34,846,940	6,752,000,000,000,000	5.2E-09		
3	1.00	18,269,872.79	13,553,091.72	475,547.66	34,956.14	5,821.51	1,368.93	417.93	178.59	53.93	23.37	4.16	2.29	0.44	0.08	0.01	0.00	32,341,340	211,000,000,000,000	1.5E-07		
4	1.50	4,420,154.30	1,799,805.42	677,588.14	51,893.77	8,699.74	2,049.35	626.01	267.63	80.83	35.03	6.24	3.43	0.66	0.12	0.02	0.00	6,961,211	27,786,008,230,453	2.5E-07		
5	2.00	349,337.43	276,748.35	840,731.30	68,195.32	11,539.21	2,724.94	833.02	356.36	107.66	46.66	8.31	4.58	0.87	0.16	0.02	0.00	1,550,634	6,593,750,000,000	2.4E-07		
6	2.50	9,682.08	69,390.35	958,058.68	83,669.15	14,327.45	3,394.11	1,038.61	444.69	134.39	58.25	10.38	5.72	1.09	0.20	0.03	0.00	1,140,215	2,160,640,000,000	5.3E-07		
7	3.00	96.15	14,099.78	1,026,763.53	98,140.35	17,052.37	4,055.31	1,242.44	532.50	160.99	69.81	12.44	6.85	1.31	0.24	0.04	0.00	1,162,234	868,312,757,202	1.3E-06		
8	3.50	0.19	2,328.69	1,048,060.85	111,453.97	19,702.33	4,707.01	1,444.17	619.72	187.45	81.30	14.49	7.98	1.53	0.27	0.04	0.01	1,188,610	401,737,371,333	3.0E-06		
9	4.00	0.00	876.20	1,026,644.09	123,477.79	22,266.27	5,347.73	1,643.45	706.23	213.74	92.74	16.53	9.11	1.74	0.31	0.05	0.01	1,181,296	206,054,687,500	5.7E-06		
10	4.50	0.00	313.26	969,808.75	134,104.35	24,733.74	5,976.02	1,839.97	791.93	239.84	104.10	18.56	10.23	1.96	0.35	0.05	0.01	1,137,943	114,345,712,883	1.0E-05		
11	5.00		34.38	886,399.39	143,252.45	27,094.97	6,590.48	2,033.40	876.74	265.71	115.39	20.58	11.34	2.17	0.39	0.06	0.01	1,066,697	67,520,000,000	1.6E-05		
12	5.50		3.08	785,742.40	150,867.82	29,340.97	7,189.77	2,223.42	960.56	291.35	126.59	22.58	12.45	2.38	0.43	0.07	0.01	976,784	41,924,607,733	2.3E-05		
13	6.00		0.24	676,704.40	156,923.23	31,463.56	7,772.60	2,409.74	1,043.30	316.72	137.68	24.57	13.55	2.59	0.47	0.07	0.01	876,813	27,134,773,663	3.2E-05		
14	6.50		0.00	566,974.54	161,417.86	33,455.43	8,337.75	2,592.07	1,124.86	341.81	148.68	26.55	14.64	2.80	0.50	0.08	0.01	774,438	18,185,099,100	4.3E-05		
15	7.00		0.00	462,618.38	164,376.10	35,310.15	8,884.06	2,770.11	1,205.17	366.59	159.56	28.50	15.73	3.01	0.54	0.08	0.01	675,738	12,554,292,854	5.4E-05		
16	7.50		0.00	367,902.67	165,845.80	37,022.26	9,410.45	2,943.61	1,284.13	391.03	170.32	30.44	16.80	3.22	0.58	0.09	0.01	585,021	8,891,522,634	6.6E-05		
17	8.00			285,351.86	165,896.02	38,587.21	9,915.91	3,112.29	1,361.66	415.13	180.95	32.35	17.87	3.43	0.62	0.10	0.01	504,875	6,439,208,984	7.8E-05		
18	8.50			215,973.70	164,614.42	40,001.46	10,399.50	3,275.93	1,437.69	438.86	191.44	34.25	18.92	3.63	0.65	0.10	0.01	436,391	4,755,408,467	9.2E-05		
19	9.00			159,583.46	162,104.31	41,262.42	10,860.37	3,434.29	1,512.13	462.20	201.79	36.12	19.96	3.83	0.69	0.11	0.01	379,482	3,573,303,528	1.1E-04		
20	9.50			115,160.78	158,481.65	42,368.46	11,297.76	3,587.15	1,584.92	485.13	211.99	37.97	20.99	4.03	0.73	0.11	0.02	333,242	2,726,869,968	1.2E-04		
21	10.00			81,187.43	153,871.74	43,318.94	11,710.96	3,734.31	1,655.97	507.63	222.03	39.79	22.01	4.23	0.76	0.12	0.02	296,276	2,110,000,000	1.4E-04		
22	10.50			55,931.71	148,406.12	44,114.11	12,099.39	3,875.59	1,725.23	529.69	231.90	41.58	23.01	4.43	0.80	0.12	0.02	266,984	1,653,240,211	1.6E-04		
23	11.00			37,662.90	142,219.47	44,755.15	12,462.52	4,010.80	1,792.62	551.28	241.60	43.35	24.00	4.62	0.83	0.13	0.02	243,769	1,310,143,992	1.9E-04		
24	11.50			24,793.81	135,446.63	45,244.11	12,799.94	4,139.81	1,858.08	572.39	251.12	45.10	24.98	4.81	0.87	0.14	0.02	225,182	1,049,042,911	2.1E-04		
25	12.00			15,959.65	128,220.01	45,583.85	13,111.30	4,262.46	1,921.57	593.00	260.46	46.81	25.94	5.00	0.90	0.14	0.02	209,991	847,961,677	2.5E-04		
26	12.50			10,046.64	120,667.12	45,778.03	13,396.35	4,378.64	1,983.01	613.11	269.60	48.49	26.89	5.18	0.94	0.15	0.02	197,214	691,404,800	2.9E-04		
27	13.00			6,185.79	112,908.56	45,831.02	13,654.94	4,488.23	2,042.37	632.69	278.55	50.14	27.82	5.37	0.97	0.15	0.02	186,107	568,284,347	3.3E-04		
28	13.50			3,725.62	105,056.28	45,747.85	13,886.97	4,591.15	2,099.59	651.72	287.30	51.76	28.74	5.55	1.00	0.16	0.02	176,134	470,558,489	3.7E-04		
29	14.00			2,195.22	97,212.29	45,534.17	14,092.46	4,687.32	2,154.64	670.21	295.83	53.34	29.63	5.73	1.04	0.16	0.02	166,932	392,321,652	4.3E-04		
30	14.50			1,265.54	89,467.70	45,196.17	14,271.49	4,776.68	2,207.46	688.13	304.16	54.89	30.52	5.90	1.07	0.17	0.02	158,270	329,186,824	4.8E-04		
31	15.00			713.89	81,902.05	44,740.51	14,424.24	4,859.20	2,258.03	705.47	312.26	56.41	31.38	6.08	1.10	0.17	0.02	150,011	277,860,082	5.4E-04		
32	15.50			394.07	74,583.14	44,174.23	14,550.94	4,934.84	2,306.31	722.23	320.14	57.89	32.23	6.24	1.13	0.18	0.02	142,084	235,843,529	6.0E-04		
33	16.00			212.88	67,566.99	43,504.75	14,651.94	5,003.60	2,352.27	738.39	327.80	59.33	33.05	6.41	1.16	0.18	0.02	134,459	201,225,281	6.7E-04		
34	16.50			112.55	60,898.18	42,739.73	14,727.61	5,065.48	2,395.89	753.95	335.22	60.74	33.86	6.57	1.19	0.19	0.03	127,131	172,529,250	7.4E-04		
35	17.00			58.24	54,610.39	41,887.04	14,778.42	5,120.51	2,437.15	768.89	342.41	62.11	34.65	6.73	1.22	0.19	0.03	120,108	148,606,515	8.1E-04		
36	17.50			29.50	48,727.10	40,954.66	14,804.90	5,168.72	2,476.03	783.20	349.37	63.44	35.42	6.89	1.25	0.20	0.03	113,401	128,555,959	8.8E-04		
37	18.00			14.63	43,262.48	39,950.68	14,807.65	5,210.15	2,512.52	796.89	356.07	64.73	36.17	7.04	1.28	0.20	0.03	107,021	111,665,735	9.6E-04		
38	18.50			7.10	38,222.33	38,883.15	14,787.30	5,244.89	2,546.61	809.95	362.54	65.99	36.90	7.19	1.31	0.20	0.03	100,975	97,369,696	1.0E-03		
39	19.00			3.37	33,605.14	37,760.09	14,744.57	5,273.00	2,578.29	822.37	368.76	67.20	37.61	7.34	1.33	0.21	0.03	95,269	85,214,686	1.1E-03		
40	19.50			1.57	29,403.13	36,589.43	14,680.21	5,294.57	2,607.57	834.15	374.72	68.37	38.30	7.48	1.36	0.21	0.03	89,901	74,835,799	1.2E-03		
41	20.00			0.71	25,603.31	35,378.89	14,595.01	5,309.72	2,634.44	845.28	380.44	69.50	38.97	7.62	1.39	0.22	0.03	84,866	65,937,500	1.3E-03		
42	20.50			0.32	22,188.46	34,136.03	14,489.80	5,318.56	2,658.90	855.76	385.90	70.59	39.62	7.76	1.41	0.22	0.03	80,153	58,279,142	1.4E-03		
43	21.00			0.14	19,138.15	32,868.14	14,365.47	5,321.22	2,680.98	865.59	391.11	71.64	40.25	7.89	1.44	0.23	0.03	75,752	51,663,757	1.5E-03		
44	21.50			0.06	16,429.59	31,582.23	14,222.91	5,317.84	2,700.67	874.77	396.06	72.64	40.85	8.02	1.46	0.23	0.03	71,647	45,929,335	1.6E-03		
45	22.00			0.02	14,038.44	30,284.97	14,063.06	5,308.57	2,718.00	883.30	400.75	73.61	41.43	8.15	1.49	0.23	0.03	67,822	40,942,000	1.7E-03		
46	22.50			0.01	11,939.51	28,982.70	13,886.87	5,293.56	2,732.99	891.18	405.19	74.53	41.99	8.27	1.51	0.24	0.03	64,259	36,590,628	1.8E-03		
47	23.00			0.00	10,107.41	27,681.38	13,695.32	5,272.99	2,745.65	898.41	409.36	75.41	42.53	8.38	1.53	0.24	0.03	60,939	32,782,591	1.9E-03		
48	23.50			0.00	8,517.03	26,386.58	13,489.39	5,247.04	2,756.02	905.00	413.28	76.24	43.05	8.50	1.56	0.24	0.03	57,844	29,440,362	2.0E-03		
49	24.00			0.00	7,143.98	25,103.45	13,270.08	5,215.88	2,764.12	910.94	416.94	77.03	43.54	8.61	1.58	0.25	0.03	54,956	26,498,802	2.1E-03		
50	24.50			0.00	5,964.91	23,836.75	13,038.38	5,179.71	2,769.99	916.25	420.34	77.78	44.01	8.71	1.60	0.25	0.03	52,259	23,902,979	2.2E-03		
51	25.00			0.00	4,957.77	22,590.80	12,795.30	5,138.73	2,773.65	920.92	423.48	78.49	44.46	8.81	1.62	0.26	0.04	49,734	21,606,400	2.3E-03		
52	25.50			0.00	4,102.00	21,369.48	12,541.84	5,093.13	2,775.15	924.96	426.37	79.15	44.89	8.91	1.64	0.26	0.04	47,368	19,569,582	2.4E-03		
53	26.00			0.00	3,378.61	20,176.28	12,279.00	5,043.13	2,774.52	928.38	428.99	79.77	45.30	9.01	1.66	0.26	0.04	45,145	17,758,886	2.5E-03		
54	26.50			0.00	2,770.26	19,014.25	12,007.74	4,988.94	2,771.81	931.19	431.37	80.35	45.68	9.10	1.67	0.26	0.04	43,053	16,145,559	2.7E-03		
55	27.00			0.00	2,261.24	17,886.06	11,729.05	4,930.76	2,767.06	933.38	433.49	80.88	46.04	9.18	1.69	0.27	0.04	41,079	14,704,953	2.8E-03		
56	27.50			0.00	1,837.49	16,793.94	11,443.87	4,868.83	2,760.31	934.97	435.36	81.37	46.37	9.26	1.71	0.27	0.04	39,214	13,415,874	2.9E-03		
57	28.00			0.00	1,486.49	15,739.79	11,153.14	4,803.35	2,751.63	935.97	436.98	81.82	46.69	9.34	1.73	0.27	0.04	37,447	12,260,052	3.1E-03		
58	28.50			0.00	1,197.18	14,725.10	10,857.76	4,734.55	2,741.05	936.39	438.35	82.23	46.98	9.42	1.74	0.28	0.04	35,771	11,221,687	3.2E-03		
59	29.00			0.00	959.89	13,751.05	10,558.63	4,662.64	2,728.63	936.23	439.48	82.59	47.25	9.49	1.76	0.28	0.04	34,178	10,287,088	3.3E-03		
60	29.50			0.00	766.22	12,818.46	10,256.60	4,587.85	2,714.42	935.51	440.37	82.92	47.50	9.55	1.77	0.28	0.04	32,661	9,664,084	3.4E-03		
61	30.00			0.00	608.93	11,927.87	9,952.49	4,510.40	2,698.49	934.23	441.02	83.20	47.72	9.62	1.78	0.28	0.04	31,216	9,188,889	3.4E-03		
62	30.50			0.00	481.79	11,079.52	9,647.11	4,430.51	2,680.88	932.42	441.44	83.44	47.93	9.67	1.80	0.29	0.04	29,837	8,744,344	3.4E-03		
63	31.00			0.00	379.51	10,273.40	9,341.23	4,348.39	2,661.65	930.07	441.62	83.64	48.11	9.73	1.81	0.29	0.04	28,519	8,328,019	3.4E-03		
64	31.50			0.00	297.64	9,509.24	9,035.56	4,264.25	2,640.86	927.20	441.57	83.79	48.27	9.78	1.82	0.29	0.04	27,260	7,937,708	3.4E-03		
65	32.00			0.00	232.40	8,786.58	8,730.81	4,178.32	2,618.58	923.83	441.30	83.91	48.41	9.83	1.83	0.29	0.04	26,056	7,571,411	3.4E-03		
66	32.50			0.00	180.67	8,104.75	8,427.63	4,090.78	2,594.86	919.96	440.81	83.99	48.52	9.87	1.84	0.29	0.04	24,904	7,227,310	3.4E-03		
67	33.00			0.00	139.84	7,462.91	8,126.64	4,001.86	2,569.77	915.61	440.10	84.03	48.62	9.91	1.85	0.29	0.04	23,801	6,903,748	3.4E-03		
68	33.50			0.00	107.76	6,860.08	7,828.43	3,911.75	2,543.37	910.80	439.17	84.04	48.70	9.94	1.86	0.30	0.04	22,746	6,599,216	3.4E-03		
69	34.00			0.00	82.68	6,295.13	7,533.54	3,820.64	2,515.71	905.53	438.04	84.00	48.75	9.97	1.87	0.30	0.04	21,736	6,312,335	3.4E-03		
70	34.50			0.00	63.16	5,766.85	7,242.48	3,728.72	2,486.87	899.83	436.71	83.93	48.78	10.00	1.87	0.30	0.04	20,770	6,041,844	3.4E-03		
71	35.00			0.00	48.04	5,273.91	6,955.72	3,636.19	2,456.91	893.70	435.17	83.82	48.80	10.02	1.88	0.30	0.04	19,845	5,786,589	3.4E-03		
72	35.50			0.00	36.38	4,814.93	6,673.69	3,543.21	2,425.89	887.16	433.44	83.68	48.79	10.04	1.89	0.30	0.04	18,959	5,545,513	3.4E-03		
73	36.00			0.00	27.43	4,388.46	6,396.77	3,449.96	2,393.87	880.22	431.52	83.50	48.77	10.06	1.89	0.30	0.04	18,113	5,317,644	3.4E-03		
74	36.50			0.00	20.60	3,993.03	6,125.34	3,356.61	2,360.92	872.90	429.42	83.28	48.72	10.07	1.90	0.30	0.04	17,303	5,102,091	3.4E-03		
75	37.00			0.00	15.40	3,627.13	5,859.70	3,263.32	2,327.09	865.22	427.13	83.04	48.66	10.08	1.90	0.31	0.04	16,529	4,898,032	3.4E-03		
76	37.50			0.00	11.46	3,289.25	5,600.14	3,170.23	2,292.46	857.18	424.67	82.76	48.58	10.09	1.91	0.31	0.04	15,789	4,704,711	3.4E-03		
77	38.00			0.00	8.49	2,977.86	5,346.91	3,077.51	2,257.08	848.81	422.04	82.44	48.48	10.09	1.91	0.31	0.04	15,082	4,521,432	3.3E-03		
78	38.50			0.00	6.27	2,691.47	5,100.22	2,985.28	2,221.01	840.12	419.25	82.10	48.36	10.08	1.91	0.31	0.04	14,406	4,347,550	3.3E-03		
79	39.00			0.00	4.60	2,428.58	4,860.26	2,893.68	2,184.32	831.13	416.30	81.72	48.22	10.08	1.91	0.31	0.04	13,761	4,182,471	3.3E-03		
80	39.50			0.00	3.37	2,187.73	4,627.18	2,802.83	2,147.06	821.84	413.19	81.32	48.07	10.07	1.91	0.31	0.04	13,145	4,025,645	3.3E-03		
81	40.00			0.00	2.45	1,967.52	4,401.10	2,712.86	2,109.30	812.28	409.93	80.88	47.90	10.06	1.91	0.31	0.04	12,557	3,876,563	3.2E-03		
82	40.50			0.00	1.78	1,766.56	4,182.12	2,623.88	2,071.08	802.46	406.54	80.42	47.71	10.04	1.91	0.31	0.04	11,995	3,734,751	3.2E-03		
83	41.00			0.00	1.29	1,583.52	3,970.29	2,535.98	2,032.47	792.40	403.00	79.93	47.51	10.02	1.91	0.31	0.04	11,459	3,599,774	3.2E-03		
84	41.50			0.00	0.92	1,417.12	3,765.66	2,449.27	1,993.53	782.11	399.34	79.41	47.29	10.00	1.91	0.31	0.04	10,947	3,471,223	3.2E-03		
85	42.00			0.00	0.66	1,266.12	3,568.25	2,363.84	1,954.30	771.60	395.54	78.87	47.05	9.98	1.91	0.31	0.04	10,458	3,348,720	3.1E-03		
86	42.50			0.00	0.47	1,129.37	3,378.04	2,279.77	1,914.84	760.89	391.63	78.30	46.81	9.95	1.91	0.31	0.04	9,992	3,231,915	3.1E-03		
87	43.00			0.00	0.33	1,005.75	3,195.01	2,197.13	1,875.20	750.00	387.60	77.71	46.54	9.92	1.90	0.31	0.04	9,547	3,120,480	3.1E-03		
88	43.50			0.00	0.24	894.20	3,019.11	2,116.00	1,835.44	738.94	383.47	77.09	46.26	9.88	1.90	0.31	0.04	9,123	3,014,109	3.0E-03		
89	44.00			0.00	0.17	793.73	2,850.27	2,036.44	1,795.59	727.73	379.23	76.46	45.97	9.85	1.90	0.31	0.04	8,718	2,912,519	3.0E-03		
90	44.50			0.00	0.12	703.41	2,688.40	1,958.50	1,755.72	716.37	374.89	75.80	45.67	9.81	1.89	0.31	0.04	8,331	2,815,443	3.0E-03		
91	45.00			0.00	0.08	622.36	2,533.41	1,882.24	1,715.85	704.89	370.46	75.12	45.35	9.77	1.89	0.31	0.04	7,962	2,722,634	2.9E-03		
92	45.50			0.00	0.06	549.76	2,385.17	1,807.69	1,676.05	693.29	365.94	74.41	45.02	9.72	1.88	0.31	0.04	7,609	2,633,859	2.9E-03		
93	46.00			0.00	0.04	484.84	2,243.57	1,734.90	1,636.35	681.59	361.34	73.70	44.68	9.67	1.88	0.31	0.04	7,273	2,548,903	2.9E-03		
94	46.50			0.00	0.03	426.90	2,108.47	1,663.90	1,596.79	669.81	356.66	72.96	44.32	9.62	1.87	0.31	0.04	6,952	2,467,561	2.8E-03		
95	47.00			0.00	0.02	375.29	1,979.70	1,594.72	1,557.41	657.96	351.91	72.20	43.96	9.57	1.86	0.31	0.04	6,645	2,389,644	2.8E-03		
96	47.50			0.00	0.01	329.38	1,857.13	1,527.36	1,518.25	646.04	347.10	71.43	43.58	9.51	1.85	0.30	0.04	6,352	2,314,973	2.7E-03		
97	48.00			0.00	0.01	288.62	1,740.58	1,461.86	1,479.35	634.07	342.23	70.65	43.19	9.46	1.85	0.30	0.04	6,072	2,243,381	2.7E-03		

yield stress	=	355	Mpa
tensile stress	=	490	Mpa

<10^7			>10^7		
Tipe Sambungan F2					
m	=	3	m	=	5
K= N S ^ m	=	248,100,000,000	K	=	211,000,000,000,000

Fatigue Life = 84 Tahun



98	48.50			0.00	0.01	252.51	1,629.89	1,398.22	1,440.74	622.07	337.30	69.84	42.80	9.40	1.84	0.30	0.04	5,805	2,174,711	2.7E-03
99	49.00			0.00	0.00	220.56	1,524.86	1,336.45	1,402.45	610.05	332.32	69.03	42.39	9.33	1.83	0.30	0.04	5,550	2,108,815	2.6E-03
100	49.50			0.00	0.00	192.34	1,425.34	1,276.55	1,364.52	598.01	327.30	68.20	41.98	9.27	1.82	0.30	0.04	5,306	2,045,555	2.6E-03
101	50.00			0.00	0.00	167.47	1,331.12	1,218.52	1,326.97	585.97	322.23	67.36	41.55	9.20	1.81	0.30	0.04	5,073	1,984,800	2.6E-03
102	50.50			0.00	0.00	145.58	1,242.03	1,162.34	1,289.84	573.94	317.14	66.51	41.12	9.13	1.80	0.30	0.04	4,850	1,926,427	2.5E-03
103	51.00			0.00	0.00	126.35	1,157.87	1,108.02	1,253.14	561.93	312.01	65.65	40.68	9.06	1.79	0.30	0.04	4,637	1,870,321	2.5E-03
104	51.50			0.00	0.00	109.49	1,078.46	1,055.54	1,216.91	549.95	306.85	64.77	40.24	8.99	1.78	0.29	0.04	4,433	1,816,373	2.4E-03
105	52.00			0.00	0.00	94.73	1,003.61	1,004.87	1,181.16	538.02	301.68	63.89	39.78	8.92	1.77	0.29	0.04	4,239	1,764,480	2.4E-03
106	52.50			0.00	0.00	81.83	933.14	956.01	1,145.91	526.13	296.49	63.00	39.32	8.84	1.75	0.29	0.04	4,053	1,714,545	2.4E-03
107	53.00			0.00	0.00	70.57	866.85	908.92	1,111.20	514.30	291.28	62.11	38.86	8.76	1.74	0.29	0.04	3,875	1,666,476	2.3E-03
108	53.50			0.00	0.00	60.76	804.56	863.58	1,077.03	502.53	286.07	61.21	38.38	8.69	1.73	0.29	0.04	3,705	1,620,188	2.3E-03
109	54.00			0.00	0.00	52.24	746.09	819.96	1,043.42	490.85	280.85	60.30	37.91	8.60	1.72	0.29	0.04	3,542	1,575,598	2.2E-03
110	54.50			0.00	0.00	44.84	691.27	778.04	1,010.39	479.25	275.64	59.38	37.43	8.52	1.70	0.28	0.04	3,387	1,532,630	2.2E-03
111	55.00			0.00	0.00	38.43	639.92	737.78	977.94	467.74	270.43	58.47	36.94	8.44	1.69	0.28	0.04	3,238	1,491,210	2.2E-03
112	55.50			0.00	0.00	32.88	591.87	699.15	946.10	456.33	265.23	57.55	36.45	8.35	1.68	0.28	0.04	3,096	1,451,269	2.1E-03
113	56.00			0.00	0.00	28.09	546.95	662.11	914.88	445.02	260.03	56.62	35.95	8.27	1.66	0.28	0.04	2,960	1,412,741	2.1E-03
114	56.50			0.00	0.00	23.96	505.00	626.63	884.27	433.83	254.86	55.70	35.46	8.18	1.65	0.28	0.04	2,830	1,375,566	2.1E-03
115	57.00			0.00	0.00	20.40	465.87	592.66	854.30	422.76	249.70	54.77	34.96	8.09	1.63	0.28	0.04	2,705	1,339,683	2.0E-03
116	57.50			0.00	0.00	17.35	429.39	560.18	824.97	411.81	244.57	53.84	34.45	8.00	1.62	0.27	0.04	2,586	1,305,038	2.0E-03
117	58.00			0.00	0.00	14.73	395.43	529.13	796.27	401.00	239.46	52.91	33.95	7.91	1.61	0.27	0.04	2,473	1,271,577	1.9E-03
118	58.50			0.00	0.00	12.48	363.84	499.49	768.23	390.32	234.38	51.98	33.44	7.82	1.59	0.27	0.04	2,364	1,239,251	1.9E-03
119	59.00			0.00	0.00	10.57	334.49	471.20	740.84	379.78	229.34	51.06	32.93	7.73	1.57	0.27	0.04	2,260	1,208,011	1.9E-03
120	59.50			0.00	0.00	8.93	307.24	444.23	714.10	369.38	224.32	50.13	32.42	7.64	1.56	0.26	0.04	2,160	1,177,812	1.8E-03
121	60.00			0.00	0.00	7.53	281.97	418.53	688.01	359.14	219.35	49.21	31.91	7.54	1.54	0.26	0.04	2,065	1,148,611	1.8E-03
122	60.50			0.00	0.00	6.34	258.55	394.07	662.58	349.05	214.41	48.29	31.40	7.45	1.53	0.26	0.04	1,974	1,120,368	1.8E-03
123	61.00			0.00	0.00	5.34	236.88	370.80	637.80	339.11	209.52	47.37	30.89	7.35	1.51	0.26	0.04	1,887	1,093,043	1.7E-03
124	61.50			0.00	0.00	4.48	216.84	348.69	613.67	329.34	204.67	46.45	30.38	7.26	1.49	0.26	0.04	1,804	1,066,600	1.7E-03
125	62.00			0.00	0.00	3.76	198.32	327.69	590.19	319.73	199.88	45.55	29.87	7.16	1.48	0.25	0.04	1,724	1,041,002	1.7E-03
126	62.50			0.00	0.00	3.14	181.23	307.75	567.36	310.28	195.13	44.64	29.36	7.07	1.46	0.25	0.04	1,648	1,016,218	1.6E-03
127	63.00			0.00	0.00	2.63	165.47	288.85	545.17	301.00	190.43	43.74	28.85	6.97	1.45	0.25	0.04	1,575	992,213	1.6E-03
128	63.50			0.00	0.00	2.19	150.95	270.93	523.61	291.89	185.78	42.85	28.34	6.87	1.43	0.25	0.04	1,505	968,959	1.6E-03
129	64.00			0.00	0.00	1.83	137.59	253.97	502.68	282.96	181.19	41.96	27.83	6.77	1.41	0.24	0.04	1,438	946,426	1.5E-03
130	64.50			0.00	0.00	1.52	125.31	237.92	482.37	274.19	176.66	41.08	27.33	6.68	1.39	0.24	0.04	1,375	924,587	1.5E-03
131	65.00			0.00	0.00	1.26	114.03	222.74	462.68	265.60	172.19	40.21	26.83	6.58	1.38	0.24	0.03	1,314	903,414	1.5E-03
132	65.50			0.00	0.00	1.05	103.67	208.40	443.60	257.19	167.77	39.34	26.33	6.48	1.36	0.24	0.03	1,255	882,882	1.4E-03
133	66.00			0.00	0.00	0.87	94.18	194.87	425.12	248.95	163.42	38.48	25.83	6.38	1.34	0.23	0.03	1,200	862,969	1.4E-03
134	66.50			0.00	0.00	0.72	85.48	182.09	407.23	240.89	159.13	37.63	25.33	6.29	1.33	0.23	0.03	1,146	843,649	1.4E-03
135	67.00			0.00	0.00	0.59	77.52	170.05	389.92	233.00	154.91	36.79	24.84	6.19	1.31	0.23	0.03	1,095	824,902	1.3E-03
136	67.50			0.00	0.00	0.49	70.24	158.71	373.19	225.30	150.75	35.96	24.35	6.09	1.29	0.22	0.03	1,047	806,706	1.3E-03
137	68.00			0.00	0.00	0.40	63.59	148.03	357.01	217.76	146.65	35.13	23.87	5.99	1.27	0.22	0.03	1,000	789,042	1.3E-03
138	68.50			0.00	0.00	0.33	57.52	137.98	341.39	210.41	142.62	34.32	23.39	5.90	1.26	0.22	0.03	955	771,889	1.2E-03
139	69.00			0.00	0.00	0.27	51.99	128.53	326.31	203.23	138.66	33.51	22.91	5.80	1.24	0.22	0.03	913	755,230	1.2E-03
140	69.50			0.00	0.00	0.22	46.95	119.66	311.76	196.22	134.77	32.72	22.44	5.70	1.22	0.21	0.03	872	739,047	1.2E-03
141	70.00			0.00	0.00	0.18	42.36	111.33	297.74	189.39	130.95	31.93	21.97	5.61	1.20	0.21	0.03	833	723,324	1.2E-03
142	70.50			0.00	0.00	0.15	38.19	103.52	284.21	182.73	127.19	31.16	21.50	5.51	1.19	0.21	0.03	796	708,043	1.1E-03
143	71.00			0.00	0.00	0.12	34.40	96.19	271.19	176.25	123.51	30.39	21.04	5.42	1.17	0.21	0.03	760	693,189	1.1E-03
144	71.50			0.00	0.00	0.10	30.97	89.33	258.65	169.93	119.89	29.64	20.59	5.32	1.15	0.20	0.03	726	678,748	1.1E-03
145	72.00			0.00	0.00	0.08	27.85	82.90	246.59	163.78	116.35	28.89	20.14	5.23	1.13	0.20	0.03	693	664,706	1.0E-03
146	72.50			0.00	0.00	0.06	25.02	76.90	234.98	157.80	112.87	28.16	19.69	5.13	1.12	0.20	0.03	662	651,048	1.0E-03
147	73.00			0.00	0.00	0.05	22.46	71.28	223.83	151.98	109.47	27.44	19.25	5.04	1.10	0.19	0.03	632	637,761	9.9E-04
148	73.50			0.00	0.00	0.04	20.15	66.03	213.12	146.33	106.14	26.73	18.81	4.95	1.08	0.19	0.03	604	624,834	9.7E-04
149	74.00			0.00	0.00	0.03	18.06	61.13	202.83	140.83	102.87	26.03	18.38	4.85	1.06	0.19	0.03	576	612,254	9.4E-04
150	74.50			0.00	0.00	0.03	16.17	56.56	192.95	135.50	99.68	25.34	17.96	4.76	1.05	0.19	0.03	550	600,009	9.2E-04
151	75.00			0.00	0.00	0.02	14.47	52.30	183.48	130.32	96.56	24.67	17.54	4.67	1.03	0.18	0.03	525	588,089	8.9E-04
152	75.50			0.00	0.00	0.02	12.94	48.33	174.40	125.29	93.50	24.00	17.12	4.58	1.01	0.18	0.03	501	576,482	8.7E-04
153	76.00			0.00	0.00	0.01	11.56	44.63	165.70	120.42	90.52	23.35	16.72	4.49	1.00	0.18	0.03	479	565,179	8.5E-04
154	76.50			0.00	0.00	0.01	10.32	41.20	157.36	115.70	87.60	22.71	16.31	4.41	0.98	0.18	0.03	457	554,169	8.2E-04
155	77.00			0.00	0.00	0.01	9.20	38.00	149.38	111.12	84.75	22.08	15.92	4.32	0.96	0.17	0.03	436	543,444	8.0E-04
156	77.50			0.00	0.00	0.01	8.20	35.03	141.75	106.69	81.97	21.46	15.53	4.23	0.94	0.17	0.03	416	532,993	7.8E-04
157	78.00			0.00	0.00	0.01	7.30	32.27	134.45	102.40	79.26	20.85	15.14	4.14	0.93	0.17	0.03	397	522,809	7.6E-04
158	78.50			0.00	0.00	0.00	6.49	29.71	127.47	98.24	76.62	20.26	14.76	4.06	0.91	0.17	0.03	379	512,882	7.4E-04
159	79.00			0.00	0.00	0.00	5.77	27.34	120.80	94.22	74.04	19.68	14.39	3.98	0.90	0.16	0.02	361	503,206	7.2E-04
160	79.50			0.00	0.00	0.00	5.13	25.14	114.43	90.34	71.53	19.11	14.02	3.89	0.88	0.16	0.02	345	493,771	7.0E-04
161	80.00			0.00	0.00	0.00	4.55	23.11	108.35	86.59	69.08	18.55	13.66	3.81	0.86	0.16	0.02	329	484,570	6.8E-04
162	80.50			0.00	0.00	0.00	4.03	21.22	102.56	82.96	66.69	18.00	13.30	3.73	0.85	0.15	0.02	314	475,597	6.6E-04
163	81.00			0.00	0.00	0.00	3.57	19.48	97.03	79.46	64.37	17.46	12.96	3.65	0.83	0.15	0.02	299	466,844	6.4E-04
164	81.50			0.00	0.00	0.00	3.16	17.87	91.76	76.08	62.11	16.94	12.61	3.57	0.82	0.15	0.02	285	458,304	6.2E-04
165	82.00			0.00	0.00	0.00	2.80	16.39	86.74	72.82	59.91	16.42	12.28	3.49	0.80	0.15	0.02	272	449,972	6.0E-04
166	82.50			0.00	0.00	0.00	2.47	15.01	81.96	69.67	57.78	15.92	11.95	3.41	0.78	0.14	0.02	259	441,840	5.9E-04
167	83.00			0.00	0.00	0.00	2.18	13.75	77.41	66.64	55.70	15.43	11.62	3.34	0.77	0.14	0.02	247	433,903	5.7E-04
168	83.50			0.00	0.00	0.00	1.93	12.58	73.09	63.72	53.68	14.95	11.30	3.26	0.75	0.14	0.02	235	426,155	5.5E-04
169	84.00			0.00	0.00	0.00	1.70	11.51	68.98	60.90	51.72	14.48	10.99	3.19	0.74	0.14	0.02	224	418,590	5.4E-04
170	84.50			0.00	0.00	0.00	1.50	10.52	65.07	58.19	49.82	14.03	10.68	3.11	0.72	0.13	0.02	214	411,203	5.2E-04
171	85.00			0.00	0.00	0.00	1.32	9.61	61.35	55.58	47.97	13.58	10.38	3.04	0.71	0.13	0.02	204	403,989	5.0E-04
172	85.50			0.00	0.00	0.00	1.16	8.77	57.83	53.07	46.18	13.14	10.09	2.97	0.70	0.13	0.02	194	396,943	4.9E-04
173	86.00			0.00	0.00	0.00	1.02	8.00	54.48	50.66	44.44	12.72	9.80	2.90	0.68	0.13	0.02	185	390,060	4.7E-04
174	86.50			0.00	0.00	0.00	0.89	7.30	51.31	48.34	42.76	12.31	9.52	2.83	0.67	0.12	0.02	176	383,335	4.6E-04
175	87.00			0.00	0.00	0.00	0.78	6.65	48.30	46.11	41.12	11.90	9.24	2.76	0.65	0.12	0.02	168	376,764	4.5E-04
176	87.50			0.00	0.00	0.00	0.69	6.06	45.45	43.97	39.54	11.51	8.97	2.70	0.64	0.12	0.02	160	370,342	4.3E-04
177	88.00			0.00	0.00	0.00	0.60	5.51	42.75	41.91	38.01	11.12	8.71	2.63	0.63	0.12	0.02	152	364,065	4.2E-04
178	88.50			0.00	0.00	0.00	0.53	5.01	40.20	39.94	36.53	10.75	8.45	2.57	0.61	0.12	0.02	145	357,929	4.0E-04
179	89.00			0.00	0.00	0.00	0.46	4.56	37.78	38.04	35.09	10.39	8.20	2.50	0.60	0.11	0.02	138	351,930	3.9E-04
180	89.50			0.00	0.00	0.00	0.40	4.14	35.49	36.23	33.70	10.03	7.95	2.44	0.59	0.11	0.02	131	346,065	3.8E-04
181	90.00			0.00	0.00	0.00	0.35	3.76	33.32	34.49	32.36	9.69	7.71	2.38	0.57	0.11	0.02	125	340,329	3.7E-04
182	90.50			0.00	0.00	0.00	0.31	3.41	31.28	32.82	31.06	9.35	7.47	2.32	0.56	0.11	0.02	119	334,720	3.5E-04
183	91.00			0.00	0.00	0.00	0.27	3.10	29.35	31.22	29.80	9.03	7.24	2.26	0.55	0.10	0.02	113	329,232	3.4E-04
184	91.50			0.00	0.00	0.00	0.23	2.81	27.53	29.69	28.59	8.71	7.02	2.20	0.54	0.10	0.02	107	323,865	3.3E-04
185	92.00			0.00	0.00	0.00	0.20	2.54	25.81	28.23	27.42	8.40	6.80	2.14	0.52	0.10	0.02	102	318,613	3.2E-04
186	92.50			0.00	0.00	0.00	0.18	2.30	24.18	26.82	26.29	8.10	6.58	2.09	0.51	0.10	0.02	97	313,474	3.1E-04
187	93.00			0.00	0.00	0.00	0.15	2.08	22.65	25.48	25.20	7.81	6.38	2.03	0.50	0.10	0.02	92	308,445	3.0E-04
188	93.50			0.00	0.00	0.00	0.13	1.88	21.21	24.20	24.14	7.53	6.17	1.98	0.49	0.09	0.02	88	303,523	2.9E-04
189	94.00			0.00	0.00	0.00	0.11	1.70	19.85	22.98	23.13	7.26	5.97	1.92	0.48	0.09	0.01	84	298,705	2.8E-04
190	94.50			0.00	0.00	0.00	0.10	1.54	18.57	21.81	22.15	6.99	5.78	1.87	0.47	0.09	0.01	79	293,989	2.7E-04
191	95.00			0.00	0.00	0.00	0.09	1.39	17.37	20.69	21.20	6.74	5.59	1.82	0.45	0.09	0.01	75	289,372	2.6E-04
192	95.50			0.00	0.00	0.00	0.07	1.25	16.24	19.62	20.29	6.49	5.41	1.77	0.44	0.09	0.01	72	284,850	2.5E-04
193	96.00			0.00	0.00	0.00	0.06	1.13	15.17	18.61	19.42	6.25	5.23	1.72	0.43	0.08	0.01	68	280,423	2.4E-04
194	96.50			0.00	0.00	0.00	0.06	1.02	14.17	17.63	18.57	6.01	5.05	1.67	0.42	0.08	0.01	65	276,086	2.3E-04
195	97.00			0.00	0.00	0.00	0.05	0.91	13.23	16.71	17.76	5.78	4.88	1.63	0.41	0.08	0.01	61	271,839	2.3E-04
196	97.50			0.00	0.00	0.00	0.04	0.82	12.35	15.83	16.98	5.56	4.72	1.58	0.40	0.08	0.01	58	267,678	2.2E-04
197	98.00			0.00	0.00	0.00	0.04	0.74	11.52	14.99	16.23	5.35	4.56	1.54	0.39	0.08	0.01	55	263,602	2.1E-04
198	98.50			0.00	0.00	0.00	0.03	0.67	10.74	14.18	15.51	5.15	4.40	1.49	0.38	0.08	0.01	53	259,608	2.0E-04

199	99.00			0.00	0.00	0.00	0.03	0.60	10.01	13.42	14.81	4.95	4.25	1.45	0.37	0.07	0.01	50	255,694	2.0E-04
200	99.50			0.00	0.00	0.00	0.02	0.54	9.33	12.70	14.14	4.75	4.11	1.41	0.36	0.07	0.01	47	251,859	1.9E-04
201	100.00			0.00	0.00	0.00	0.02	0.48	8.69	12.01	13.50	4.57	3.96	1.37	0.35	0.07	0.01	45	248,100	1.8E-04
202	100.50			0.00	0.00	0.00	0.02	0.43	8.09	11.35	12.89	4.39	3.82	1.33	0.34	0.07	0.01	43	244,415	1.7E-04
203	101.00			0.00	0.00	0.00	0.01	0.39	7.53	10.73	12.30	4.21	3.69	1.29	0.34	0.07	0.01	41	240,803	1.7E-04
204	101.50			0.00	0.00	0.00	0.01	0.35	7.00	10.13	11.73	4.04	3.56	1.25	0.33	0.07	0.01	38	237,262	1.6E-04
205	102.00			0.00	0.00	0.00	0.01	0.31	6.51	9.57	11.18	3.88	3.43	1.21	0.32	0.06	0.01	37	233,790	1.6E-04
206	102.50			0.00	0.00	0.00	0.01	0.28	6.05	9.03	10.66	3.73	3.31	1.18	0.31	0.06	0.01	35	230,386	1.5E-04
207	103.00			0.00	0.00	0.00	0.01	0.25	5.62	8.52	10.16	3.57	3.19	1.14	0.30	0.06	0.01	33	227,047	1.4E-04
208	103.50			0.00	0.00	0.00	0.01	0.22	5.22	8.04	9.68	3.43	3.07	1.11	0.29	0.06	0.01	31	223,772	1.4E-04
209	104.00			0.00	0.00	0.00	0.01	0.20	4.85	7.59	9.22	3.29	2.96	1.07	0.29	0.06	0.01	30	220,560	1.3E-04
210	104.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	4.50	7.15	8.78	3.15	2.85	1.04	0.28	0.06	0.01	28	217,409	1.3E-04
211	105.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	4.17	6.74	8.36	3.02	2.74	1.01	0.27	0.06	0.01	27	214,318	1.2E-04
212	105.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	3.87	6.35	7.96	2.89	2.64	0.97	0.26	0.05	0.01	25	211,285	1.2E-04
213	106.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	3.59	5.98	7.57	2.77	2.54	0.94	0.26	0.05	0.01	24	208,310	1.1E-04
214	106.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	3.32	5.63	7.20	2.65	2.45	0.91	0.25	0.05	0.01	23	205,389	1.1E-04
215	107.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	3.08	5.30	6.85	2.54	2.35	0.89	0.24	0.05	0.01	21	202,524	1.1E-04
216	107.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	2.85	4.99	6.51	2.43	2.27	0.86	0.23	0.05	0.01	20	199,711	1.0E-04
217	108.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	2.64	4.69	6.19	2.33	2.18	0.83	0.23	0.05	0.01	19	196,950	9.8E-05
218	108.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	2.44	4.41	5.88	2.23	2.09	0.80	0.22	0.05	0.01	18	194,239	9.4E-05
219	109.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	2.26	4.15	5.58	2.13	2.01	0.78	0.21	0.04	0.01	17	191,579	9.0E-05
220	109.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	2.08	3.90	5.30	2.04	1.93	0.75	0.21	0.04	0.01	16	188,966	8.6E-05
221	110.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.93	3.66	5.03	1.95	1.86	0.73	0.20	0.04	0.01	15	186,401	8.3E-05
222	110.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.78	3.44	4.78	1.86	1.79	0.70	0.20	0.04	0.01	15	183,882	8.0E-05
223	111.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.64	3.23	4.53	1.78	1.71	0.68	0.19	0.04	0.01	14	181,409	7.6E-05
224	111.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	1.52	3.03	4.30	1.70	1.65	0.66	0.19	0.04	0.01	13	178,979	7.3E-05
225	112.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	1.40	2.84	4.08	1.62	1.58	0.63	0.18	0.04	0.01	12	176,593	7.0E-05
226	112.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	1.29	2.67	3.86	1.55	1.52	0.61	0.17	0.04	0.01	12	174,249	6.7E-05
227	113.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.19	2.50	3.66	1.48	1.46	0.59	0.17	0.04	0.01	11	171,946	6.5E-05
228	113.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.09	2.34	3.47	1.41	1.40	0.57	0.16	0.04	0.01	11	169,683	6.2E-05
229	114.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.01	2.20	3.29	1.35	1.34	0.55	0.16	0.03	0.01	10	167,460	5.9E-05
230	114.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.93	2.06	3.11	1.29	1.28	0.53	0.15	0.03	0.01	9	165,276	5.7E-05
231	115.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.85	1.93	2.95	1.23	1.23	0.51	0.15	0.03	0.01	9	163,130	5.5E-05
232	115.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.79	1.80	2.79	1.17	1.18	0.50	0.14	0.03	0.01	8	161,020	5.2E-05
233	116.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.72	1.69	2.64	1.11	1.13	0.48	0.14	0.03	0.01	8	158,947	5.0E-05
234	116.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.66	1.58	2.50	1.06	1.08	0.46	0.14	0.03	0.01	8	156,909	4.8E-05
235	117.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.61	1.48	2.36	1.01	1.04	0.45	0.13	0.03	0.01	7	154,906	4.6E-05
236	117.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.56	1.38	2.23	0.96	0.99	0.43	0.13	0.03	0.00	7	152,937	4.4E-05
237	118.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.51	1.29	2.11	0.92	0.95	0.41	0.12	0.03	0.00	6	151,001	4.2E-05
238	118.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.47	1.20	1.99	0.87	0.91	0.40	0.12	0.03	0.00	6	149,098	4.0E-05
239	119.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.43	1.13	1.88	0.83	0.87	0.38	0.12	0.03	0.00	6	147,226	3.9E-05
240	119.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.05	1.78	0.79	0.83	0.37	0.11	0.02	0.00	5	145,386	3.7E-05
241	120.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.98	1.68	0.75	0.80	0.36	0.11	0.02	0.00	5	143,576	3.5E-05
242	120.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.91	1.58	0.72	0.76	0.34	0.10	0.02	0.00	5	141,797	3.4E-05
243	121.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.85	1.49	0.68	0.73	0.33	0.10	0.02	0.00	5	140,046	3.2E-05
244	121.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.80	1.41	0.65	0.70	0.32	0.10	0.02	0.00	4	138,324	3.1E-05
245	122.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.74	1.33	0.62	0.67	0.31	0.09	0.02	0.00	4	136,630	3.0E-05
246	122.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.69	1.25	0.58	0.64	0.30	0.09	0.02	0.00	4	134,964	2.8E-05
247	123.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.64	1.18	0.56	0.61	0.28	0.09	0.02	0.00	4	133,325	2.7E-05
248	123.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	1.11	0.53	0.58	0.27	0.09	0.02	0.00	3	131,712	2.6E-05
249	124.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.56	1.05	0.50	0.55	0.26	0.08	0.02	0.00	3	130,125	2.5E-05
250	124.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.52	0.99	0.48	0.53	0.25	0.08	0.02	0.00	3	128,564	2.4E-05
251	125.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.48	0.93	0.45	0.51	0.24	0.08	0.02	0.00	3	127,027	2.3E-05
252	125.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.45	0.87	0.43	0.48	0.23	0.07	0.02	0.00	3	125,515	2.2E-05
253	126.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.42	0.82	0.41	0.46	0.22	0.07	0.02	0.00	3	124,027	2.1E-05
254	126.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.39	0.77	0.39	0.44	0.22	0.07	0.02	0.00	2	122,562	2.0E-05
255	127.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.36	0.73	0.37	0.42	0.21	0.07	0.02	0.00	2	121,120	1.9E-05
256	127.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.34	0.68	0.35	0.40	0.20	0.06	0.02	0.00	2	119,701	1.8E-05
257	128.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.31	0.64	0.33	0.38	0.19	0.06	0.01	0.00	2	118,303	1.7E-05
258	128.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.29	0.60	0.31	0.36	0.18	0.06	0.01	0.00	2	116,928	1.6E-05
259	129.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.27	0.57	0.29	0.35	0.18	0.06	0.01	0.00	2	115,573	1.6E-05
260	129.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.25	0.53	0.28	0.33	0.17	0.06	0.01	0.00	2	114,240	1.5E-05
261	130.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.23	0.50	0.26	0.31	0.16	0.05	0.01	0.00	2	112,927	1.4E-05
262	130.50			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.21	0.47	0.25	0.30	0.16	0.05	0.01	0.00	2	111,634	1.4E-05
263	131.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.20	0.44	0.24	0.28	0.15	0.05	0.01	0.00	1	110,360	1.3E-05
264	131.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.18	0.41	0.22	0.27	0.14	0.05	0.01	0.00	1	109,106	1.2E-05
265	132.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.17	0.39	0.21	0.26	0.14	0.05	0.01	0.00	1	107,871	1.2E-05
266	132.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.16	0.36	0.20	0.24	0.13	0.04	0.01	0.00	1	106,654	1.1E-05
267	133.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.15	0.34	0.19	0.23	0.13	0.04	0.01	0.00	1	105,456	1.1E-05
268	133.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.13	0.32	0.18	0.22	0.12	0.04	0.01	0.00	1	104,276	1.0E-05
269	134.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12	0.30	0.17	0.21	0.12	0.04	0.01	0.00	1	103,113	9.7E-06
270	134.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.12	0.28	0.16	0.20	0.11	0.04	0.01	0.00	1	101,967	9.2E-06
271	135.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.11	0.26	0.15	0.19	0.11	0.04	0.01	0.00	1	100,838	8.8E-06
272	135.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.10	0.25	0.14	0.18	0.10	0.04	0.01	0.00	1	99,726	8.4E-06
273	136.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.23	0.13	0.17	0.10	0.03	0.01	0.00	1	98,630	8.0E-06
274	136.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.22	0.13	0.16	0.09	0.03	0.01	0.00	1	97,550	7.6E-06
275	137.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.20	0.12	0.15	0.09	0.03	0.01	0.00	1	96,486	7.2E-06
276	137.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.19	0.11	0.15	0.09	0.03	0.01	0.00	1	95,437	6.9E-06
277	138.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.18	0.11	0.14	0.08	0.03	0.01	0.00	1	94,404	6.6E-06
278	138.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.16	0.10	0.13	0.08	0.03	0.01	0.00	1	93,385	6.3E-06
279	139.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.15	0.09	0.13	0.08	0.03	0.01	0.00	1	92,381	6.0E-06
280	139.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.14	0.09	0.12	0.07	0.03	0.01	0.00	1	91,391	5.7E-06
281	140.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.13	0.08	0.11	0.07	0.03	0.01	0.00	0	90,415	5.4E-06
282	140.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.13	0.08	0.11	0.07	0.02	0.01	0.00	0	89,454	5.1E-06
283	141.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.12	0.07	0.10	0.06	0.02	0.01	0.00	0	88,505	4.9E-06
284	141.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.11	0.07	0.10	0.06	0.02	0.01	0.00	0	87,570	4.7E-06
285	142.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.10	0.07	0.09	0.06	0.02	0.01	0.00	0	86,649	4.4E-06
286	142.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.09	0.06	0.09	0.05	0.02	0.01	0.00	0	85,740	4.2E-06
287	143.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.09	0.06	0.08	0.05	0.02	0.01	0.00	0	84,844	4.0E-06
288	143.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.08	0.06	0.08	0.05	0.02	0.00	0.00	0	83,960	3.8E-06
289	144.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.05	0.07	0.05	0.02	0.00	0.00	0	83,088	3.6E-06
290	144.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	0.05	0.07	0.05	0.02	0.00	0.00	0	82,229	3.4E-06
291	145.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	0.05	0.07	0.04	0.02	0.00	0.00	0	81,381	3.3E-06
292	145.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.04	0.06	0.04	0.02	0.00	0.00	0	80,545	3.1E-06
293	146.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.04	0.06	0.04	0.02	0.00	0.00	0	79,720	3.0E-06
294	146.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.04	0.06	0.04	0.01	0.00	0.00	0	78,907	2.8E-06
295	147.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.04	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	0	78,104	2.7E-06
296	147.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.03	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0	77,313	2.5E-06
297	148.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0	76,532	2.4E-06
298	148.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0	75,761	2.3E-06
299	149.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0	75,001	2.2E-06

300	149.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0	74,251	2.1E-06
301	150.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0	73,511	2.0E-06
302	150.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0	72,781	1.9E-06
303	151.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0	72,060	1.8E-06
304	151.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0	71,349	1.7E-06
305	152.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0	70,647	1.6E-06
306	152.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0	69,955	1.5E-06
307	153.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0	69,271	1.4E-06
308	153.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0	68,596	1.4E-06
309	154.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0	67,930	1.3E-06
310	154.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0	67,273	1.2E-06
311	155.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0	66,624	1.2E-06
312	155.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0	65,984	1.1E-06
313	156.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0	65,351	1.1E-06
314	156.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0	64,727	1.0E-06
315	157.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0	64,110	9.5E-07
316	157.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0	63,502	9.0E-07
317	158.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0	62,901	8.6E-07
318	158.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0	62,307	8.1E-07
319	159.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0	61,721	7.7E-07
320	159.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0	61,143	7.3E-07
321	160.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0	60,571	6.9E-07
322	160.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0	60,007	6.6E-07
323	161.00			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0	59,450	6.2E-07
324	161.50			-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0	58,899	5.9E-07

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan serta keseluruhan rangkaian penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Skenario operasi diwakili oleh lima titik yang dilewati dalam rute pelayaran KRI dengan probabilitas pelayaran selama satu tahun sebesar 0.6 dari rencana operasi kapal selama 25 tahun.
2. *RAO bending moment* vertikal maksimum terjadi pada frekuensi 0.7 rad/s yaitu sebesar $7.2x10^7$ Nm sedangkan nilai momen bending horisontal maksimum terjadi pada frekuensi 1.4 rad/s yaitu sebesar $9.0x10^5$ Nm.
3. RAO tegangan maksimum terjadi pada frekuensi 0.7 rad/s yaitu sebesar 39.20 MPa/m.
4. Berdasarkan hasil simulasi pada software Poseidon, lokasi detail struktur yang mengalami tegangan maksimum berada pada *center line* penampang melintang *midship* kapal dengan detail sambungan berupa percabangan antara sekat memanjang dengan *girder flange* beserta penegar melintang.
5. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *spectral*, diperoleh angka kerusakan (D) sebesar 0.30 dengan umur kelelahan sebesar 84 tahun.

5.2. Saran

Untuk menyempurnakan penelitian ini, maka penulis memberikan saran sebagai acuan dalam melakukan penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Melakukan studi komparasi dengan metode lain untuk mendapatkan umur kelelahan.
2. Melakukan penambahan jumlah variasi dalam tinjauan pembebanan sehingga lebih mewakili kondisi sebenarnya.

3. Menambah jumlah lokasi yang mewakili rute pelayaran kapal sehingga diperoleh data lingkungan yang lebih mendekati kondisi yang sebenarnya.
4. Melakukan peninjauan terhadap variasi sudut datang gelombang untuk mencari momen bending.

DAFTAR PUSTAKA

Airy, G.B., (1845), "On Tides and Waves", *Encyclopedia Metropolitania*, Vol.5, Article 192, pp. 241-396, London.

American Bureau of Shipping-ABS (2010), *Guide for fatigue assessment of offshore structures*, Houston.

Arianto, P.Y., (2016), Analisis Tegangan Akibat Beban Gelombang pada Struktur Kapal Perang Tipe Corvette, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan-FTK, ITS, Surabaya.

Barras, B. & Derrett, D.R., (1999), *Ship Stability for Master and Mates*. Six Edition, Elsevier, Oxford.

Bhattacharyya, R., (1978), *Dynamics of Marine Vehicles*, John Wiley & Sons, Inc., Canada.

Chakrabarti, S.K., (1987), *Hydrodynamics of Offshore Structures*, Computational Mechanics Publications Southampton Boston, Springer-Verlag, Berlin.

Datta, R., Rodrigues, J.M., & Soares, C.G., (2011), *Study of the motions of fishing vessels by a time domain panel method*, Ocean Engineering 38 pp.782–792, Elsevier.

Djatmiko, E.B., (2003), *Fatigue Analysis*, Kursus Singkat Offshore Structure Design And Modelling, Surabaya.

Djatmiko, E.B, (2012), *Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut di Atas Gelombang Acak*, ITS Press, Surabaya.

DNV Rules (2014), *Fatigue Assessment of Ship Structures*, Classification Notes No. 30.7, Norway.

Doktrin TNI AL (2006), *Eka Sasana Jaya*, Markas Besar Angkatan Laut Tentara Nasional Indonesia, Jakarta.

Faltinsen O.M., (1990), *Sea Loads on Ships and Offshore Structures,* Cambridge University Press, United Kingdom.

Germanischer Lloyd, (2012), *Rules of Classification and Construction Ship Technology*, Jerman.

Geyer, J.F., (1986), "Simplified Fatigue Design Procedure For Offshore Structures*"*, *Offshore Technology Conference,* Houston, Texas, USA.

Godderidge, B., Tan, M., Turnock, S., & Earl, C., (2006), *A Verification and Validation Study of the Application of Computational Fluid Dynamics to the Modelling of Lateral Sloshing*, Southampton: University of Southampton.

IACS R-56, (1999), *Fatigue Assessment of Ship Structures*, Recommendation of the International Association of Clasification Societies.

Jokosisworo, S. & Sebastian, J., (2011), "Analisa Fatigue Kekuatan Stern Ramp Door Akibat Beban Dinamis pada KM. Kirana I dengan Metode Elemen Hingga Diskrit Elemen Segitiga Plane Stress", *Jurnal Perkapalan*,Vol. 8, No.3.

Le Mehaute, B., (1976), *An Introduction to Hydrodynamics and Water Waves*, Springer-Verlag, New York.

Lewis, E.V., (1988), *Motions in waves and controllability*, Principles of naval architecture Vol. 3, Society of Naval Architects and Marine Engineers.

McCormick, M.E., (1973), *Ocean Engineering Wave Mechanics*, Wiley-Interscience, New York.

Minarti S, (2010), *Analisis Keandalan Scantling Crane Pedestal FPSO Belanak Akibat Beban Ekstrem*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, Surabaya, Indonesia.

Mirokhin, B.V. & Kholodilin, A.N., (1975), "Probability Characteristics of Ship Inclination due to Erupting Wave Impulse"*, Proceeding of the 14th International Towing Tank Conference*, Ottawa, Canada.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 7 (2008), *Tentang Kebijakan Umum Pertahanan Negara,* Jakarta, Indonesia.

Perdana, D.I., (2013), *Analisa Beban Gelombang Terhadap Konstruksi Kapal Perang Tipe Corvette di Perairan Indonesia*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perkapalan, FTK-ITS, Surabaya.

Poseidon User Manual, (2012), DNV-GL.

Project Report, (2014), *Spectral Fatigue Analysis for Hull Structure*, JTM Consortium, Jakarta.

Rasmus, F., (1998), *Spectral fatigue damage calculation in the side shells of ships, with due account taken of the effect of alternating wet and dry areas*. Marine Structure 11:319–43.

Rawson K.J & Tupper E.C, 2001, *Basic Ship Theory*, Fifth Edition Vol.1 Ch.1-9 Hydrostatics and Strength, Butterworth-Heinemann, UK.

Setyawan, D., (2009), *Analisis Kelelahan Berbasis Keandalan pada FPSO Konversi dari Tanker*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, Surabaya, Indonesia.

Sulisetyono, A & Putranto, T., (2015), *Wave Load Analysis of Corvette Ship in Sea Water of Indonesia*, "The 3rd International Seminar on Ocean and Coastal Engineering, Environmental and Natural Disaster Management", ISOCEEN, Surabaya.

Wang, Y., (2010), *Spectral fatigue analysis of a ship structural detail – a practical case study,* International Journal of Fatigue, School of Naval Architecture, Ocean and Civil Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China.

Wibowo, D.A, (2012), *Analisis Kelelahan Berbasis Resiko pada APNE-B Monopod Platform untuk Menentukan Interval Waktu Inspeksi*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, Surabaya, Indonesia.

Widiyatmoko, R.A., (2002), *Analisa Kelelahan Struktur Jacket Satellite Wellhead Platform-G Phase-3 di Perairan Selat Makassar*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, Surabaya, Indonesia.

Wirching, P.H., (1983), "A Review of Modern Approaches to Fatigue Reliability Analysis and Design, 'Random Fatigue Life Prediction'", *The 4th National Congress on Pressure Vessel and Piping Technology,* Portland, Oregon.

BIOGRAFI PENULIS

Muammar Kadhafi lahir di kota Dompu, Nusa Tenggara Barat pada 17 Januari 1986. Anak kedua dari tujuh bersaudara, pasangan A.Rahman dan Turayah ini menghabiskan masa kecilnya dengan mengembala kambing di desa bagian selatan Dompu bernama Desa Ranggo. dan menumbuhkan jiwa kepemimpinan dan kesabaran dari profesi mengembala kambing.

Tahun 1999, ia tamat pendidikan dasar di SD Negeri 2 Ranggo. Melanjutkan studi ke SMP Negeri 1 Dompu, namun belum genap dua catur wulan memutuskan untuk masuk Pondok Modern Gontor. Menjelang pertengahan tahun kedua di Gontor, ia terpakasa pulang istrahat selama 6 bulan di rumah karena sakit. Tidak lama kemudian memutuskan melanjutkan sekolah di SMP Negeri 2 Hu'u Dompu. Pada tahun 2002 ia menyelesaikan pendidikan menengah pertama di sekolah tersebut dan memilih melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Mataram dengan mengambil bidang IPA, lulus pada tahun 2005 ia melanjutkan pendidikan tinggi di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, dengan bidang keahlian Teknik Perancangan Bangunan Laut (TPBL). Selama masa studi, ia juga ikut berorganisasi mulai dari tingkat Jurusan, Fakultas hingga Institut.

Atas berkat rahmat Allah SWT, tahun 2011 ia menyelesaikan masa studinya dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik dengan IPK 3,12. Awal tahun 2013 melalui jalur beasiswa Pra S-2 dan S-2 Sainstek ia resmi diterima sebagai Mahasiswa Program Pasca Sarjana Teknologi Kelautan ITS pada Program Studi Teknik Produksi dan Material Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan. Karya ilmiah dan prestasi yang ia ciptakan selama masa studi S-2 diantaranya adalah :

- Juara 2 Lomba Desain Kapal Kategori Umum, "Inovasi Desain *Platypus HDPE Boat*",(Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Timur, 2014).
- Optimization Barge Sponsons Design for Transportation and Installation (Presented in ISOCEEN 2015 "The 3rd International Seminar on Ocean and Coastal Engineering, Environmental and Natural Disaster Management", Surabaya).