

**JURNAL**

**PEMODELAN 3 DIMENSI DERMAGA PELABUHAN PERIKANAN  
NUSANTARA SIBOLGA DENGAN MENGGUNAKAN SAP2000**

**OLEH**

**SYERE NOVIA GIOVANNY  
NIM: 1504114563**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN  
UNIVERSITAS RIAU  
PEKANBARU  
2019**

### 3-DIMENSIONAL MODELING OF THE ARCHIPELAGO FISHERY HARBOR PIER SIBOLGA USING SAP2000

Syere Novia Giovanny<sup>1)</sup>, Arthur Brown<sup>2)</sup>, Ronald Mangasi Hutauruk<sup>2)</sup>

Email: [syere.novia4563@student.unri.ac.id](mailto:syere.novia4563@student.unri.ac.id)

#### ABSTRACT

This research was conducted on April 29<sup>th</sup> until May 13<sup>th</sup> 2019 at the Sibolga Archipelago Fisheries Port. The method used is a survey method. The purpose of this study was to determine the shear forces and force moments experienced by the 3D model of the Sibolga Archipelago Fishery Harbor wharf when it was loaded using the SAP2000 application. From the value of the shear force and moment of force, the average pile structure condition is damaged or broken (colored red). Broken piles caused by workloads given to the model of the structure of the pier building, giving workloads resulted in the pier model experiencing shear force and moment of force, the largest load given is the nominal base shear load due to earthquake on the x and y axis. Using SAP2000 application there are two colors on the pile namely blue and red, blue indicates the structure is very strong while the red color shows broken structures. So we get the conclusion that the pile has a limit to the shear force (P, V2, V3) and moment of force (T, M2, M3).

**Keywords:** *Jetty, Modeling, Loading, SAP2000*

---

<sup>1)</sup>*Student of Fisheries and Marine Faculty, University of Riau*

<sup>2)</sup>*Lecturer of Fisheries and Marine Faculty, University of Riau*

## PEMODELAN 3 DIMENSI DERMAGA PELABUHAN PERIKANAN NUSANTARA SIBOLGA DENGAN MENGGUNAKAN SAP2000

Syere Novia Giovanny<sup>1)</sup>, Arthur Brown<sup>2)</sup>, Ronald Mangasi Hutauruk<sup>2)</sup>  
Email: [syere.novia4563@student.unri.ac.id](mailto:syere.novia4563@student.unri.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada 29 April - 13 Mei 2019 di Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga. Metode yang digunakan adalah metode survei. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gaya geser dan momen gaya yang dialami oleh model 3D dermaga Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga saat diberi pembebanan menggunakan aplikasi SAP2000. Dari nilai gaya geser dan momen gaya, didapat kondisi struktur tiang pancang rata-rata mengalami kerusakan atau patah (berwarna merah). Tiang pancang yang patah diakibatkan oleh beban-beban kerja yang diberikan pada model struktur bangunan dermaga, pemberian beban kerja mengakibatkan model dermaga mengalami gaya geser dan momen gaya, beban terbesar yang diberikan adalah beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x dan y. Setelah struktur tiang pancang dilihat struktur bajanya menggunakan aplikasi SAP2000 terdapat dua warna pada tiang pancang yaitu warna biru dan warna merah, warna biru menunjukkan struktur sangat kuat sedangkan warna merah menunjukkan struktur patah. Sehingga didapat kesimpulan bahwa tiang pancang memiliki batas perlakuan gaya geser (P, V2, V3) dan momen gaya (T, M2, M3).

**Kata Kunci :** Dermaga, Pemodelan, Pembebanan, SAP2000

---

<sup>1)</sup>Mahasiswa Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

## PENDAHULUAN

Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga adalah Unit Pelaksanaan Teknis (UPT) di bidang pelabuhan perikanan dan bertanggung jawab kepada Direktur Jenderal Perikanan Tangkap Kementerian Kelautan dan Perikanan dengan tugas pokok melaksanakan fasilitas produksi dan pemasaran hasil perikanan di wilayahnya, pengawasan pemanfaatan sumberdaya penangkapan untuk pelestariannya serta pelayanan kesyahbandaran di Pelabuhan Perikanan (Sinaga, 2014). Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga memberikan pelayanan dan kemudahan kepada masyarakat nelayan mulai dari persiapan penangkapan ikan sampai pada pemasarannya dilengkapi dengan berbagai fasilitas yaitu fasilitas pokok, fasilitas fungsional dan fasilitas penunjang. Salah satu fasilitas pokok adalah dermaga.

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang (Triatmodjo, 2010).

Pemodelan adalah proses untuk membuat sebuah model dari sistem. Model adalah representasi dari sebuah bentuk nyata, sedangkan sistem adalah saling keterhubungan antar elemen yang membangun sebuah kesatuan, biasanya dibangun untuk mencapai tujuan tertentu. Tujuan suatu pemodelan adalah untuk menganalisa dan memberi prediksi yang dapat mendekati kenyataan sebelum sistem di terapkan di lapangan (Firdaus, 2017).

*Structural Analysis Program* (SAP2000) adalah salah satu program yang digunakan untuk menganalisis struktur konstruksi bangunan beton

bertulang ataupun baja dengan cara pemodelan (Apriani, 2016).

Pemodelan sangat membantu untuk mengetahui nilai gaya geser dan momen gaya yang di alami suatu struktur yang susah diamati secara visual, sehingga diketahui beban-beban krisis (kestabilan yang mengarah ke modul kegagalan) pada suatu struktur dan untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur yang dimana struktur tidak mampu memikul beban atau rusak akibat lingkungan luar. Sehingga diharapkan penelitian ini memberikan kontribusi kepada pihak yang berkepentingan.

### Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gaya geser dan momen gaya yang dialami oleh model 3D dermaga Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga saat diberi pembebanan menggunakan aplikasi SAP2000.

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi berupa data dermaga yang ada di Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga sebagai referensi untuk pembangunan dermaga disuatu pelabuhan khususnya pelabuhan perikanan

### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dimana dilakukan dengan pengamatan langsung ke lapangan dan meminta data sekunder yang berhubungan dengan penelitian ini kepada pihak Pelabuhan PPN Sibolga. Seluruh data yang diperoleh akan diolah dengan menggunakan aplikasi SAP2000.

### Prosedur Penelitian

Untuk nilai modulus elastisitas pada beton (E) akan dicari menggunakan rumus dari SNI 03-2847-2002.

$$E = 4700 \times F_c'^{0,5}$$

Nilai modulus elastisitas pada baja menurut SNI 03-1729-2002.

$$E = 200.000$$

Kemudian untuk mencari nilai kekuatan luluh efektif ( $F_{ye}$ ) dan kekuatan tarik efektif ( $F_{ue}$ ) untuk baja.

$$F_{ye} = 1,1 \times F_e$$

$$F_{ue} = 1,1 \times F_u$$

Untuk mencari nilai beban *fender* menggunakan rumus.

$$\text{Beban Fender} = V \times \text{massa jenis karet}$$

Keterangan:

$V$  : volume *fender* ( $m^3$ )

**massa jenis karet : 945 kg/m<sup>3</sup>**

(Anonim, 2013)

Untuk mencari nilai beban manusia dapat menggunakan rumus.

$$\text{Beban Manusia} = \text{Jumlah manusia} \times 70,08$$

. Gaya benturan yang bekerja pada struktur dermaga dan dapat dihitung berdasarkan energi *berthing* dengan menggunakan rumus dari OCDI 2002.

$$E = \left( \frac{Ms \times V^2}{2} \right) \times C_e \times C_m \times C_s \times C_c$$

Keterangan:

$E$  : energi *berthing* (kN)

$Ms$  : berat kapal (ton)

$V$  : kecepatan kapal (m/s)

$C_e$  : koefisien eksentrisitas

$C_m$  : koefisien massa

$C_s$  : koefisien *softness* (1)

$C_c$  : koefisien *berthing* (1)

Nilai koefisien eksentrisitas didapat dari rumus:

$$C_e = \frac{1}{1 + \left( \frac{I}{r} \right)^2}$$

Keterangan:

$C_e$  : koefisien eksentrisitas

$I$  : jarak sepanjang permukaan air dermaga dari pusat berat kapal sampai titik sadar kapal

$$I = \frac{1}{6} \times Lo_a$$

$r$  : jari-jari putaran di sekeliling pusat berat kapal pada permukaan air

$$r = 0,14167 \times Lo_a$$

$Lo_a$  : panjang kapal

Nilai koefisien massa didapat dari rumus :

$$C_m = 1 + \frac{3,14 \times d}{2 \times C_b \times B}$$

Keterangan:

$C_m$  : koefisien massa

$C_b$  : koefisien blok

$d$  : tinggi sarat air

$B$  : lebar kapal

Besar gaya angin tergantung pada arah dan kecepatan angin, dan dapat dihitung dengan rumus.

Gaya lateral jika angin datang dari arah lebar kapal

$$R_w = 1,1 \times Q_a \times A_w$$

Keterangan:

$R_w$  : gaya akibat angin (ton)

$A_w$  : proyeksi bidang yang tertiuip angin ( $m^2$ )

$$A_w = Lo_a \times H$$

$Q_a$  : tekanan angin ( $ton/m^2$ )

$$Q_a = 0,063 \times V^2$$

$V$  : kecepatan angin (m/s)

Besar gaya yang ditimbulkan oleh arus dapat dicari dengan menggunakan rumus.

$$R_a = C_c \times \gamma_w \times A_c \times \left( \frac{V_c^2}{2g} \right)$$

Keterangan:

$R_a$  : gaya akibat arus (ton)

$\gamma_w$  : rapat massa air laut ( $1,025 ton/m^3$ )

$V_c$  : kecepatan arus (m/s)

$g$  :  $9,8 m/s^2$

$A_c$  : luas tampang kapal yang terendam air ( $m^2$ )

$$A_c = L_{pp} \times B$$

$C_c$  : koefisien tekanan arus

Nilai  $C_c$  adalah faktor untuk menghitung gaya lateral dan memanjang. Nilai  $C_c$  tergantung pada bentuk kapal dan kedalaman air di depan tambatan, yang nilainya diberikan.

- Di air dalam nilai nilai  $C_c = 1 - 1,5$

- Kedalaman air/draft kapal = 2  
nilai  $Cc = 2$
- Kedalaman air/draft kapal = 1,5  
nilai  $Cc = 3$
- Kedalaman air/draft kapal = 1,1  
nilai  $Cc = 5$
- Kedalaman air/draft kapal = 1  
nilai  $Cc = 6$

Untuk mencari beban geser dasar nominal akibat gempa yang bekerja pada struktur bangunan dermaga akan menggunakan rumus dari SNI 1726 – 2012.

$$V = \frac{C \times I}{R} \times W_t$$

Keterangan:

$V$  : beban geser dasar nominal akibat gempa (ton)

$C$  : faktor respon gempa (<https://petagempa.pusjatan.pu.go.id>)

$I$  : faktor keutamaan gempa (1)

$R$  : koefisien modifikasi respon (5)

$W_t$  : berat total lantai ( $\text{ton/m}^2$ )

Untuk mencari nilai gaya geser dapat menggunakan persamaan sebagai berikut dalam Indarto *et al* (2013) yang berlandaskan pada SNI 1727-2012.

$$V = Cs \times W$$

$V$  : gaya geser (N).....(Tonf)

$Cs$  : koefisien respon sismik (0,044 -  $\geq 0,01$ )

$W$  : berat seismik efektif (kg)

Kemudian untuk mencari nilai momen gaya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\tau = I \times F$$

$\tau$  : momen gaya (Nm).....(Tonf-m)

$I$  : lengan gaya (m)

$F$  : gaya (N)

$$F = m \times a$$

$m$  : berat benda (Kg)

$a$  : kecepatan ( $\text{m/s}^2$ )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 165 tahun 2000 tentang kelas pelabuhan, Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga masuk kedalam kategori Pelabuhan tipe B, yang mana Pelabuhan Perikanan ini melayani kapal ikan yang beroperasi di laut teritorial dan perairan ZEEI; memiliki fasilitas tambat labuh untuk kapal berukuran sekurang-kurangnya 30 GT; Panjang dermaga utama 347 m, jetty trestle 170 m, jetty wharf 130 m, dengan kedalaman kolam sekurang-kurangnya 3 m; mampu menampung 75 kapal atau jumlah keseluruhan 2.250 GT sekaligus; dan terdapat industri perikanan.

Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga memiliki dermaga yang terdiri dari tiga bagian yaitu dermaga utama (*pier*), *jetty trestle*, dan *jetty wharf*. Dermaga utama berada pada sisi darat, *jetty trestle* menghubungkan antara dermaga utama dengan *jetty wharf*, sedangkan *jetty wharf* berada di sisi laut. Dermaga terbuat dari beton bertulang dengan tipe beton K225 dengan tulangan BJTD U32 untuk tulangan utama dan tulangan BJTP U24 untuk tulangan sengkang. Tiang pancang yang digunakan pada dermaga adalah pipa baja STK41 dengan diameter 406,4 mm dan memiliki tebal 200 mm (0,2 m). Panjang dari dermaga utama adalah 347 m, jetty trestle 170 m dan jetty wharf 130 m. Lebar dermaga utama adalah 7,5 m, jetty trestle 10 m, jetty wharf 10 m.

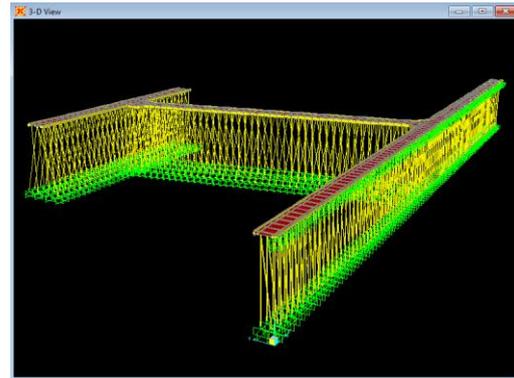
Dermaga merupakan fasilitas pokok yang ada di Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan kegiatan bongkar ikan, perbekalan melaut, dan bertambat labuh. Dermaga Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga terdiri dari 3 bagian yaitu wharf, pier, dan jetty.

Wharf adalah dermaga yang paralel dengan pantai dan biasanya berimpitan dengan garis pantai. Wharf juga dapat berfungsi sebagai penahan tanah yang ada dibelakangnya. Pier adalah dermaga yang berada pada garis pantai dan posisinya tegak lurus dengan garis pantai (berbentuk jari). Berbeda dengan wharf yang digunakan untuk merapat pada satu sisinya, pier bisa digunakan pada satu sisi atau dua sisinya; sehingga dapat digunakan untuk merapat lebih banyak kapal. Jetty digunakan untuk merapat kapal tenker atau kapal pengangkut gas alam, yang mempunyai ukuran sangat besar. Sisi muka jetty ini biasanya sejajar dengan garis pantai dan dihubungkan dengan daratan oleh jembatan yang berbentuk sudut tegak lurus dengan jetty. (Triatmodjo, 2010)

Dermaga bagian *wharf* digunakan untuk kapal perikanan dan kapal pengawas yang berukuran < 98 GT, kemudian pada bagian *jetty* digunakan untuk kapal perikanan < 100 GT, pada bagian *pier* digunakan untuk kapal perikanan > 100 GT.

Aktifitas bongkar ikan dan perbekalan dilakukan pada dermaga bagian *wharf* dan *pier*.

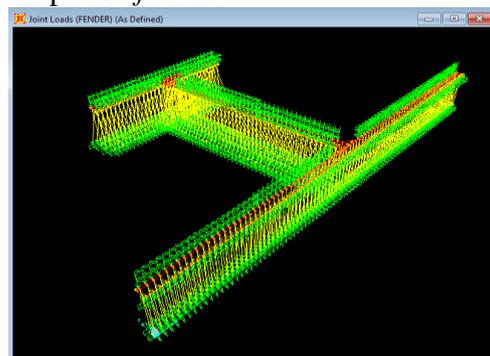
Sebelum melakukan pembebanan dermaga harus diberi tumpuan. Menurut Anandika dan Wurjanto (2005), dermaga akan diberi tumpuan pada tiang pancang dan ujung balok yang bersenuhan dengan daratan, tumpuan yang digunakan adalah tumpuan jepit yang dimana tumpuan jepit dapat menahan gaya-gaya (vertikal dan horizontal) maupun momen gaya. Tumpuan jepit yang sudah diberikan pada dermaga akan berwarna hijau.



Gambar 1. Hasil pemberian tumpuan pada dermaga

Menurut Sahdi (2015) dan Nilasari (2016) beban-beban yang terjadi pada dermaga adalah beban *fender*, *bollard*, truk, manusia, berthing, mooring angin dan arus, serta beban gempa. Hasil dari perhitungan beban-beban (Lampiran 4.) yang diberikan pada dermaga akan dilakukan pada menu *Assign* yang terdapat tiga jenis pembebanan yaitu beban terpusat pada titik tertentu (*Joint Loads*) dan beban merata pada pelat lantai (*Area Loads*).

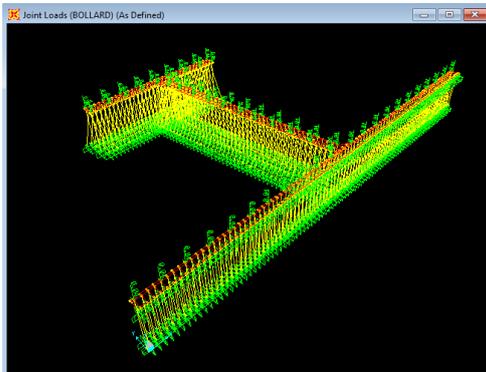
Beban *fender* merupakan beban mati yang diberikan pada tiap-tiap *joint* yang ada pada balok *fender*. Jumlah *fender* 217 buah dengan jarak tiap *fender* adalah 4 meter, pada dermaga utama terdapat 80 *fender*, pada *jetty trestle* terdapat 76 *fender*, dan pada *jetty wharf* terdapat 61 *fender*.



Gambar 2. Perletakan beban *fender*

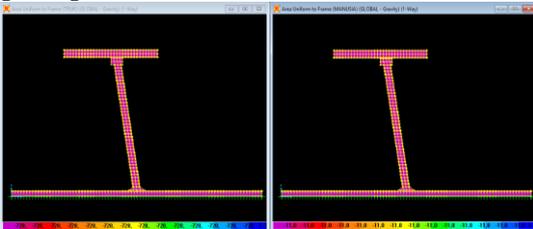
Beban *bollard* merupakan beban mati yang diberikan pada *joint* yang ada pada balok memanjang. Jumlah *bollard* 62 buah dengan jarak tiap *bollard* adalah 12 meter, pada dermaga utama terdapat

22 bollard, pada *jetty trestle* terdapat 22 *bollard*, dan pada *jetty wharf* terdapat 18 *bollard*.



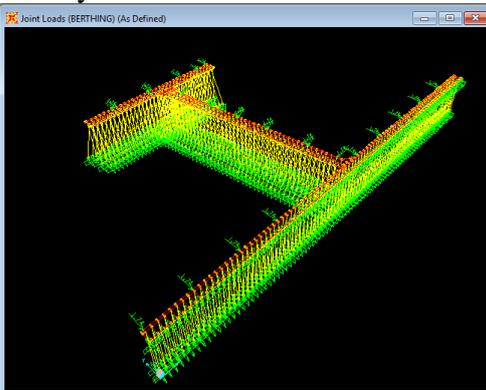
Gambar 3. Perletakan beban *bollard*

Beban truk dan beban manusia merupakan beban hidup yang diberikan pada pelat lantai (*area section*).



Gambar 4. Pelat lantai yang diberi beban truk (A) dan beban manusia (B)

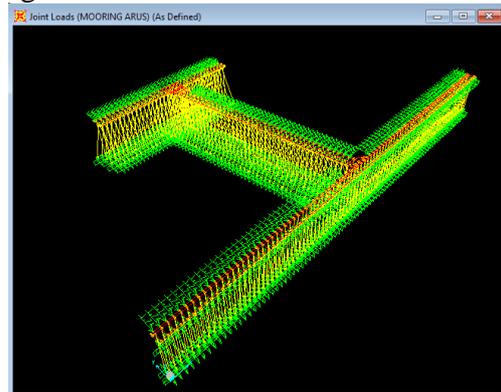
Beban *berthing* merupakan beban hidup yang diberikan pada *joint* yang ada pada balok *fender*, beban *berthing* berkerja ketika bagian kapal bertubrukan dengan *fender* pada saat ingin bersandar dalam posisi horisontal pada arah x, -x, y, dan -y.



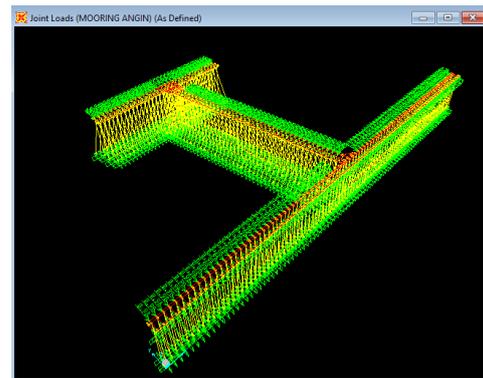
Gambar 5. Perletakan beban *berthing*

Beban *mooring* (*mooring arus* dan *mooring angin*) merupakan beban hidup yang diberikan pada *joint* yang ada pada balok *fender*, beban *mooring*

berkerja ketika bagian kapal terkena angin atau arus kemudian membentur *fender* dalam posisi horisontal pada arah x, -x, y, dan -y. Menurut Arianto (2017). Daerah pesisir Kabupaten Sibolga mempunyai nilai kecepatan arus maksimum 11,30 cm/s dan kecepatan angin 6 knot.

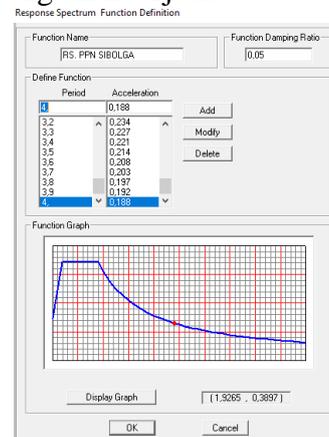


Gambar 6. Perletakan beban *mooring arus*



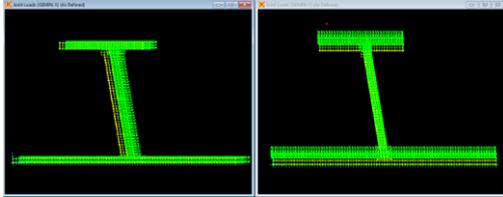
Gambar 7. Perletakan beban *mooring angin*

Beban gempa merupakan gempa rencana yaitu suatu gempa yang berpeluang akan terjadi.

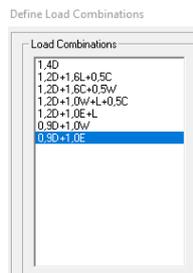


Gambar 8. Respon spektrum PPN Sibolga

Beban geser dasar nominal akibat gempa akan bekerja pada arah horizontal (sumbu x dan sumbu y) pada seluruh *joint* yang ada pada lantai dermaga.



Gambar 9. Perletakan beban geser dasar nominal akibat gempa x dan gempa y  
Kombinasi beban akan menggunakan kombinasi dasar SNI 1727:2013.



Gambar 10. Kombinasi beban

Dimana D adalah beban mati, L adalah beban hidup, C adalah *mooring* arus, W adalah *mooring* angin, dan E adalah respon spektrum.

Setelah melakukan *Run analyze* kemudian dilanjutkan mencari nilai-nilai gaya geser dan momen gaya pada setiap *frame* dengan cara pilih menu **Select** → **Properti** → **Frame Section**. Setelah *frame* terpilih maka pilih menu **Display** → **Show Tables**, kemudian pindahkan tabel ke *microsof excel* dengan cara pilih menu **File** → **Export Current Table** → **To Excel**, pemindahan ke *microsof excel* bertujuan untuk mencari nilai maksimal dari beban-beban yang sudah diberikan pada dermaga Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga dengan memanfaatkan formula MAX dan MIN dimana MAX digunakan untuk mencari nilai gaya geser dan momen gaya yang searah pada sumbu x, y, dan z sedangkan MIN digunakan untuk mencari nilai gaya geser dan momen gaya yang berlawanan

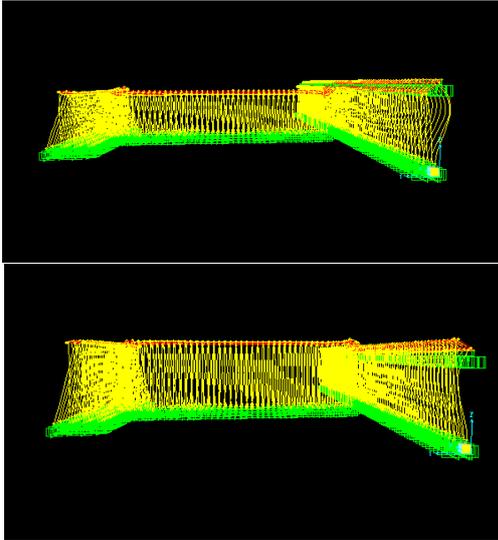
arah pada sumbu x, y, dan z maka didapat nilai gaya geser dan momen gaya.

## Pembahasan

Menurut Dewobroto (2007). Melakukan analisa terhadap model dari struktur bangunan sebenarnya bertujuan untuk mengevaluasi perilaku model tersebut dan bukan menganalisa struktur bangunan yang sebenarnya sehingga model merupakan suatu pendekatan numerik dari suatu struktur bangunan. Pemodelan dermaga Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga dibuat berdasarkan data konstruksi sehingga diketahui bentuk dermaga, dimensi dan ukuran dermaga, serta material-material yang digunakan pada struktur bangunan dermaga yang kemudian data-data tersebut digunakan dalam melakukan pembuatan *define material*, *frame sections*, *area sections*, dan penggambaran geometri struktur bangunan yang merupakan tahapan-tahapan dalam melakukan pemodelan bangunan menggunakan aplikasi SAP2000.

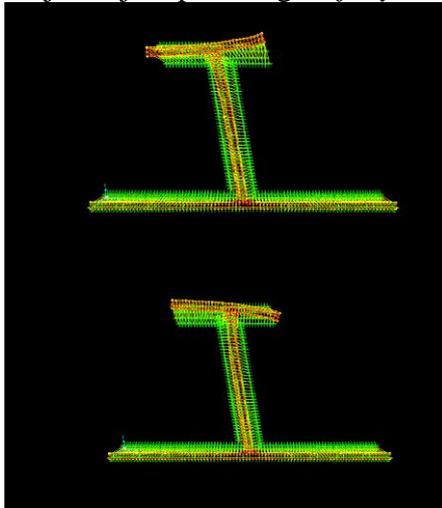
Pembebanan yang diberlakukan pada model dermaga Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga diantaranya yaitu beban truk, beban manusia, beban berthing, beban *mooring* arus dan angin, serta beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x dan sumbu y.

Beban truk dan beban manusia diberikan pada plat lantai sehingga membuat model dermaga bergerak ke bawah dan ke atas.



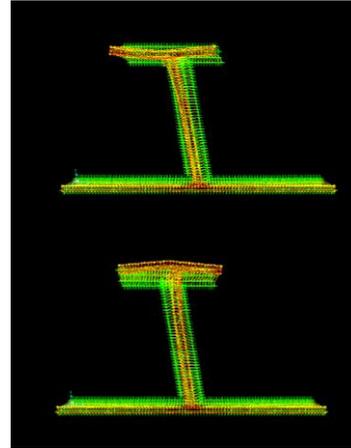
Gambar 11. Pergerakan beban truk dan manusia pada model dermaga

Beban berthing diberikan pada *joint* yang ada pada balok *fender* sehingga membuat model dermaga bergerak ke depan, ke belakang, ke kanan, dan ke kiri. Pergerakan paling menonjol terjadi pada bagian *jetty wharf*.



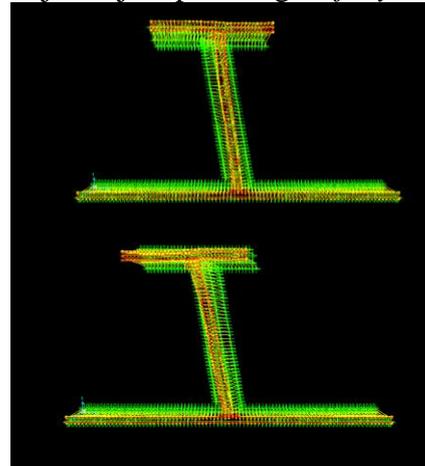
Gambar 12. Pergerakan beban *berthing* pada model dermaga

Beban *mooring* arus dan angin diberikan pada *joint* yang ada pada balok *fender* sehingga membuat model dermaga bergerak ke depan, ke belakang, ke kanan, dan ke kiri. Pergerakan paling menonjol terjadi pada bagian *jetty trastle* dan *jetty wharf*.



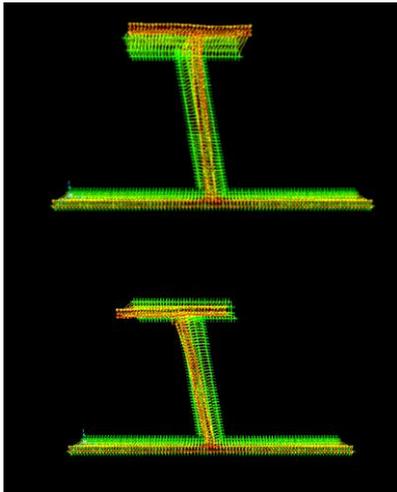
Gambar 13. Pergerakan beban *mooring* arus dan angin pada model dermaga

Beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x dan sumbu y diberikan pada seluruh *joint* yang ada pada lantai dermaga. Untuk beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x model dermaga mengalami pergerakan ke kanan dan ke kiri. Pergerakan paling menonjol terjadi pada bagian *jetty wharf*.



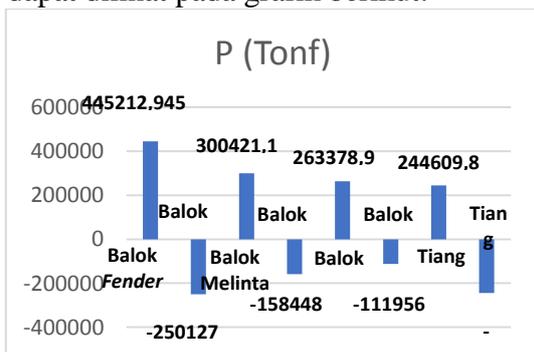
Gambar 14. Pergerakan beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x pada model dermaga

Sedangkan pada beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu y model dermaga mengalami pergerakan ke depan dan ke belakang. Pergerakan paling menonjol terjadi pada bagian *jetty trastle* dan *jetty wharf*.



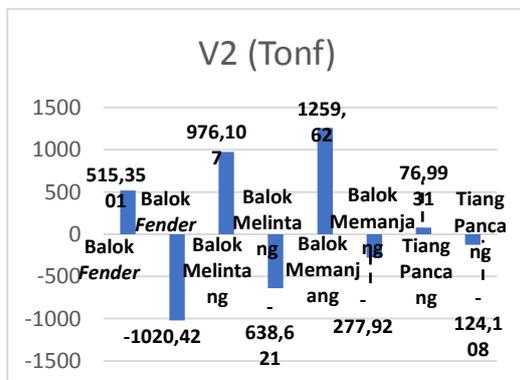
Gambar 15. Pergerakan beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x pada model dermaga

Untuk mengetahui gaya geser (P, V2, V3) dan momen gaya (T, M2, M3) dapat dilihat pada grafik berikut:



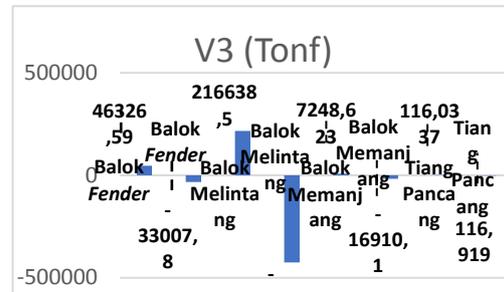
Gambar 16. Grafik nilai gaya geser P

Dari Gambar 16. dapat diketahui bahwa nilai P tertinggi terjadi pada balok fender yang diakibatkan oleh beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu y.



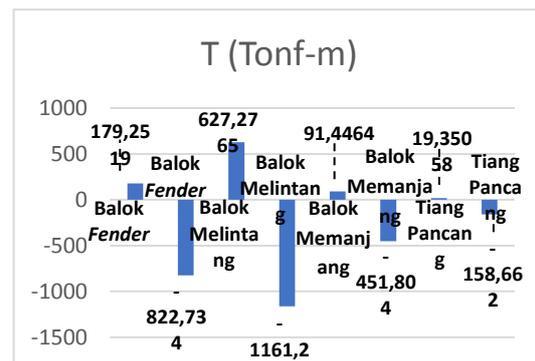
Gambar 17. Grafik nilai gaya geser V2

Dari Gambar 17. dapat diketahui bahwa nilai V2 tertinggi terjadi pada balok memanjang yang diakibatkan oleh beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x.



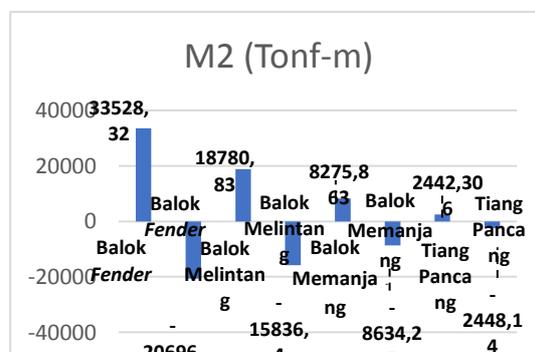
Gambar 18. Grafik nilai gaya geser V3

Dari Gambar 18. dapat diketahui bahwa nilai V3 tertinggi terjadi pada balok melintang yang diakibatkan oleh beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x.



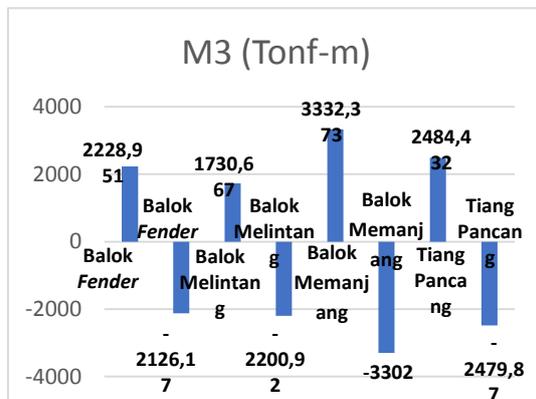
Gambar 19. Grafik nilai momen gaya T

Dari Gambar 19. dapat diketahui bahwa nilai T tertinggi terjadi pada balok melintang yang diakibatkan oleh beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu y.



Gambar 20. Grafik nilai momen gaya M2

Dari gambar 20. dapat diketahui bahwa nilai M2 tertinggi terjadi pada balok *fender* yang diakibatkan oleh beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x.



Gambar 21. Grafik nilai momen gaya M3

Dari gambar 21. dapat diketahui bahwa nilai T tertinggi terjadi pada balok memanjang yang diakibatkan oleh beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x.

Gaya geser dan momen gaya terbesar terdapat di balok *fender* dengan nilai 445212,945 tonf dan 33538,32 tonf-m, hal tersebut dikarenakan balok *fender* merupakan bagian terluar dari dermaga kemudian balok *fender* tidak bertumpu langsung pada tiang pancang melainkan bertumpu pada balok melintang.

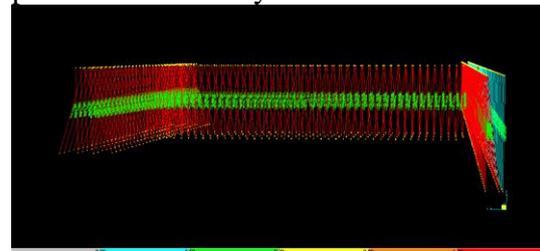
Beban gempa yang dikenakan pada masing-masing konstruksi adalah batas maksimal kekuatan gempa, dengan demikian gempa yang dikenakan pada konstruksi besarnya adalah sama yang diperoleh dari *website*:

<https://petagempa.pusjatan.pu.go.id>.

Tiang pancang merupakan bagian penting pada bangunan dermaga yang digunakan untuk meneruskan beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah. Fungsi dan kegunaan tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari struktur bangunan di atasnya ke lapisan tanah yang letaknya sangat dalam (Ramadhani,

2013). Jika struktur tiang pancang mengalami kerusakan atau patah maka struktur bangunan di atasnya tidak akan stabil sehingga bangunan dermaga mengalami kegagalan struktur bangunan.

Dari nilai gaya geser dan momen gaya didapat kondisi struktur tiang pancang rata-rata mengalami kerusakan atau patah (berwarna merah) dapat dilihat pada Gambar 22. Tiang pancang yang patah diakibatkan oleh beban-beban kerja yang diberikan pada model struktur bangunan dermaga, pemberian beban kerja mengakibatkan model dermaga mengalami gaya geser dan momen gaya, beban terbesar yang diberikan adalah beban geser dasar nominal akibat gempa pada sumbu x dan y.



Gambar 22. Struktur baja pada tiang pancang

Setelah struktur tiang pancang dilihat struktur bajanya menggunakan aplikasi SAP2000 terdapat dua warna pada tiang pancang yaitu warna biru dan warna merah, warna biru menunjukkan struktur sangat kuat sedangkan warna merah menunjukkan struktur patah. Sehingga didapat kesimpulan bahwa tiang pancang memiliki batas perlakuan gaya geser ( $P$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ) dan momen gaya ( $T$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ).

Umur bangunan dermaga di Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga dirancang mencapai 100 tahun. Dengan memperhatikan beban yang bekerja pada dermaga, maka kondisi dermaga masih bisa bertahan hingga mencapai umur konstruksi yang dirancang. Besar gaya geser dan momen gaya masih berada di bawah tegangan izin yang dikeluarkan oleh AASHTO 2006.

Dermaga yang dibangun pada tahun 1993 masih dalam kondisi baik sampai sekarang (sudah berumur 26 tahun), namun perlu perhatian terhadap beban yang bekerja pada balok *fender* apabila terjadi kondisi ekstrem seperti gempa dan tumbukan dengan kapal, beban terbesar akan terjadi pada balok *fender* tersebut.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pemodelan 3 dimensi dermaga Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga terdiri dari *frame* balok melintang, balok memanjang, balok *fender*, dan tiang pancang. Balok-balok terbuat dari material beton K225 dengan tulangan BJTD U32 untuk tulangan utama dan BJTP U24 untuk tulangan sengkang, lalu tiang pancang terbuat dari baja STK41. Kemudian untuk pelat lantai dermaga menggunakan material beton K225.

Beban-beban hidup yang diberikan pada dermaga yaitu adalah beban manusia, beban truk, beban *berthing*, beban *mooring* angin, beban *mooring* arus, dan beban dasar nominal akibat gempa pada sumbu x dan y. Setelah dilakukan pembebanan, bangunan dermaga mengalami kegagalan struktur yang terjadi akibat oleh beban dasar nominal akibat gempa pada sumbu x dan y.

Nilai gaya geser dan momen gaya terbesar pada tiap-tiap *frame* sebagai batas maksimum ketahanan dermaga Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga, yaitu antara lain:

- Balok *fender* : P 445212,9 tonf dan M2 33528,32 tonf-m
- Balok melintang : V3 -425238 tonf dan M2 18780,83 tonf-m
- Balok memanjang : P 263378,9 tonf dan M2 -8634,25 tonf-m
- Tiang pancang : P 244609,8 tonf dan M3 2484,432 tonf-m

Dari seluruh *frame*, balok *fender* merupakan *frame* yang memiliki nilai gaya geser dan momen gaya terbesar sehingga dalam melakukan pembuatan dermaga seharusnya balok *fender* harus dibuat lebih kokoh.

Meskipun aplikasi SAP2000 mempunyai keunggulan untuk menganalisa model struktur dari beton dan baja namun aplikasi SAP2000 hanya menganalisa model dari setruktur yang sebenarnya, dalam hal ini model dermaga yang dibuat merupakan model sederhana yang diambil dari data konstruksi dan wawancara sehingga mungkin masih terjadi *human error*, dan *software* tidak mampu menginput data perubahan struktur secara spesifik dari bangunan awal dibuat hingga sekarang. Untuk melakukan pemodelan yang sempurna sebaiknya dilakukan pengukuran dermaga secara langsung (manual).

### DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 2006. *Standart Method of Test for Pavement Deflection Measurements*. AASHTO Designation: T 256-01 (2006)
- Adhitya, E.K. 2012. *Rancangan Sistem Informasi Pada Usaha Pengkapan Ikan Komoditas Unggulan ( Study Kasus Ikan Tuna (Thunus Sp) ) Di Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap*. Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology. Universitas Diponegoro, Semarang. Volume 1, Nomor 1, Tahun 2012, Hlm 108-117
- Anonim. 2013. *Tabel Massa Jenis dan Berat Jenis berbagai Zat di Sekitar Kita*. [cited 2019 Juni 15 18:12]. Available at: <https://reps-id.com>
- Anwar, M.R. 2009. *Perencanaan Teknis Dermaga Pelabuhan Tanjung Awar-Awar Tuban Jawa Timur*. Jurnal Rekayasa Sipil. Universitas

- Brawijaya, Malang. Volume 3, No.1-2009 ISSN 1978-5658
- Apriani, W. 2016. *Pelatihan SAP2000 Dalam Perencanaan Konstruksi Gedung Beton Bertulang dan Baja Tahan Gempa Berdasarkan Sni 03-1726-2012. Prosiding. Konferensi Nasional PKM DAN CSR KE 2 – 2016. Padang, 23-24 Oktober 2016*
- Arianto, D. 2017. *Evaluasi Pengembangan Pelabuhan Sibolga. Jurnal Penelitian Transportasi Laut* 19 (2017) 1–13. Puslitbang Transportasi Laut, Sungai, Danau, dan Penyeberangan, Badan Litbang Perhubungan, Jakarta Pusat.
- Astariani, K.N. 2010. *Pengaruh Torsi pada Bangunan. Jurnal Teknik, Universitas Ngurah Rai Denpasar, Bali. Volume 4, Nomor 3, Desember 2010.*
- Cayaraya, S. 2013. *Model Layanan Perpustakaan Sekolah Luar Biasa. Tesis. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. Desember 2013*
- Darmadi. 2013. *Penggunaan SAP2000 Untuk Merencanakan Fondasi Gedung. [Online] IrDarmadiMT's Blog. [cited 2019 Januari 30 14:12]. Available at: <https://darmadi18.wordpress.com>*
- Dewobroto, W. 2005. *Perancangan Balok Beton Bertulang dengan SAP2000. Jurnal Teknik. Universitas Pelita Harapan, Tangerang. Vol.1, No.2 Juli 2005*
- \_\_\_\_\_. 2006. *Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000. Jurnal Teknik. Universitas Pelita Harapan, Tangerang. Vol.3, No.1, Januari 2006*
- \_\_\_\_\_. 2007. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi Dengan SAP2000 Edisi Baru. Elex Media Komputindo. Gramdeia, Jakarta. ISBN: 978-979-27-0361-0*
- Firdaus, M.R. 2017. *Analisis Numerik Gerusan Lokal Pada Pilar (Studi Kasus Pilar Lingkaran dan Pilar Persegi, Aliran Subkritik). Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta. 2017*
- Global Marketing for Tube and Pipe. *JIS G3444 Carbon Steel Tube for General Structural Purpose. [cited 2019 Juli 20 17:32]. Available at: <https://www.TubeSolution.com>*
- Goeirmanto, L. 2013. *Pemanfaatan Model 3D untuk Penyebaran Informasi dalam Industri Pariwisata. Proceeding Seminar Inovasi Teknologi dan Rekayasa Industri 2013. Universitas Mercu Buana, Jakarta*
- Ilham, M. 2016. *Kelayakan Luas Kolam Pelabuhan Perikanan Pantai Lampulo Kurun Waktu 10 Tahun Kedepan. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah. Universitas Syiah Kuala, Aceh. Volume 1, Nomor 3: 374-387. November 2016. ISSN. 2527-6395*
- Indarto, H., Cahyo A.H.T dan Putra .K.C.A. 2013. *Aplikasi SNI Gempa 1726:2012. Universitas Semarang. Agustus 2013, Semarang.*
- Lubis, E. 2012. *Pelabuhan Perikanan. IPB Press. Institut Pertanian Bogor, Bogor.*
- Natalia, N.T. 2012. *Perhitungan Struktur Dermaga dan Fasilitas Pelabuhan Di Pulau Kambuno Kecamatan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai. [Online] Hasanudin Unersivity. [cited 2019 Februari 20 15:27]. Available at: <https://repository.unhas.ac.id>*
- Nilasari, N.V.A. 2016. *Evaluasi Struktur Atas Dermaga 1.000 DWT terhadap Berbagai Zona Gempa berdasarkan Pedoman Tata Cara*

- Perencanaan Pelabuhan Tahun 2015*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. Reka Racana. Jurusan Teknik Sipil Itenas Vol. 2 No. 3. September 2016
- Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI), 2002. *Technical Standards Commentaries of Port and Harbour Facilities*, Tokyo
- PBI 1971 NI-2. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. UDC 35 (910): 693.55. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan
- Ramadhani, H.D. 2013. *Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung Olah Raga (GOR) Gulat Samarinda*. Jurnal. Universitas 17 Agustus 1945, Samarinda
- Sahdi, H. 2015. *Analisis Struktur Dermaga Terhadap Gaya Horizontal*. Skripsi. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 2015
- Sinaga, E.B. 2014. *Pengaruh Kepemimpinan dan Komunikasi Terhadap Kinerja Pegawai Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga Dengan Motivasi Sebagai Variabel Intervening*. Tugas Akhir Progam Magister. Universitas Terbuka, Jakarta. 16/41700
- SNI 03-1729-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*. Bandung. Departemen Pekerjaan Umum
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*. Bandung. Desember 2002
- SNI 1727:2013. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. ICS 19.040; 17.120.20 93.020. Badan Standardisasi Nasional
- SNI DT-91-0008-2007. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*. ICS 91.010.20. Badan Standardisasi Nasional
- Triatmodjo, B. 2010. *Perancangan Pelabuhan*. Beta Offset, Yogyakarta. ISBN: 979-8541-04-9
- Walpole. 2012. *The Weight of Nations: An Estimation of Adult Human Biomass*. Research Article. BMC Public Health. 1471-2458/12/439
- Zain, J. et al. 2011. *Pelabuhan Perikanan*. Pusat Pengembangan Pendidikan. Universitas Riau. Pekanbaru. 176 hal.