

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat risiko gempa yang tinggi (Ihsan, 2002). Kondisi tersebut disebabkan oleh keberadaan Indonesia yang secara tektonis menjadi tempat bertemunya tiga lempeng tektonik dunia (Eurasia, Indo Australia dan Pasifik) dan secara vulkanis sebagai jalur gunung api aktif yang dikenal dengan cincin api pasifik atau *Pacific ring of fire* (Hermon, 2014).

Berdasarkan catatan dari Badan Geologi sejak tahun 2000 hingga 2022 telah terjadi sebanyak 5 hingga 26 kejadian gempa bumi merusak (*destructive earthquake*) di Indonesia. Gempa bumi menimbulkan Tsunami terjadi di Aceh tahun 2004, gempa bumi di Yogyakarta tahun 2006, gempa bumi di Palu Sulawesi Tengah hingga memicu terjadinya likuifaksi dan tsunami di tahun 2018, gempa bumi di Mamuju Sulawesi Barat dan gempa di Morowali Sulawesi Tengah pada awal tahun 2021 (KESDM 2023).

Selama tahun 2022 Badan Geologi mencatat telah terjadi sebanyak 24 kejadian gempa bumi merusak di Indonesia. Kejadian gempa bumi merusak tahun 2022 diawali dengan gempa bumi di Halmahera, Maluku Utara pada Januari 2022 dan diakhiri oleh kejadian gempa bumi Cianjur, Jawa Barat pada Desember 2022. (cnnindonesia 2022).

Pulau Sulawesi merupakan salah satu wilayah yang rawan gempa di Indonesia. Pulau Sulawesi dan sekitarnya, khususnya Sulawesi bagian utara merupakan salah satu margin aktif yang paling rumit dalam jangka waktu geologi, struktur dan juga tektonik. Wilayah ini merupakan pusat pertemuan tiga lempeng konvergen, karena interaksi tiga kerak bumi utama (lempeng) di masa Neogen (Simanjutak, 1992). Kota Manado dan sekitarnya mempunyai aktivitas gempa yang tinggi. Kejadian gempa Kota Manado yang diperoleh dari katalog gempa untuk periode 1905-2012 terdapat 6039 kejadian gempa dengan magnituda lebih besar atau sama dengan 5.0 (Lanny, 2013). Distribusi kejadian gempa utama di wilayah Sulawesi dan sekitarnya dari tahun 1960 hingga tahun 2021 ditunjukkan pada gambar 1.1.

Besarnya gaya gempa dapat ditentukan dengan prosedur gaya lateral statis atau ekuivalen yang dinyatakan dengan gaya geser dasar. Gaya geser dasar adalah perkiraan gaya lateral maksimum yang diharapkan terjadi pada dasar struktur karena aktivitas seismik. Besarnya gaya geser ditentukan berdasarkan perkalian antara respon elastic dengan berat struktur ekivalen yang kemudian direduksi dengan faktor modifikasi respon sesimik ( $R$ ). Faktor modifikasi ( $R$ ) dipengaruhi oleh bentuk bangunan, material penyusun bangunan, tinggi bangunan dan Fungsi

Bangunan (Khan, 2013). Besarnya Nilai faktor modifikasi respon sesimik adalah gaya geser dasar maksimum pada kondisi elastis dibagi dengan gaya geser desain (Aswathy, 2017).

Prabowo et al. (2016) melakukan evaluasi Faktor Modifikasi Respon pada struktur gabungan rangka baja dan rangka beton bertulang. Hashem et al. (2016) melakukan evaluasi Faktor Modifikasi Respon pada struktur beton precast rangka pemikul momen. Butt, M.J. et al. melakukan evaluasi Faktor Modifikasi Respon pada jembatan beton multi span. Fanaie, N. and Shamlou, S.O. (2015) melakukan evaluasi Faktor Modifikasi Respon pada struktur campuran (mixed structures). Yudnida (2017) juga mengevaluasi Struktur Dermaga Curah akan tetapi secara spesifik belum membahas terkait Faktor Modifikasi Respon.

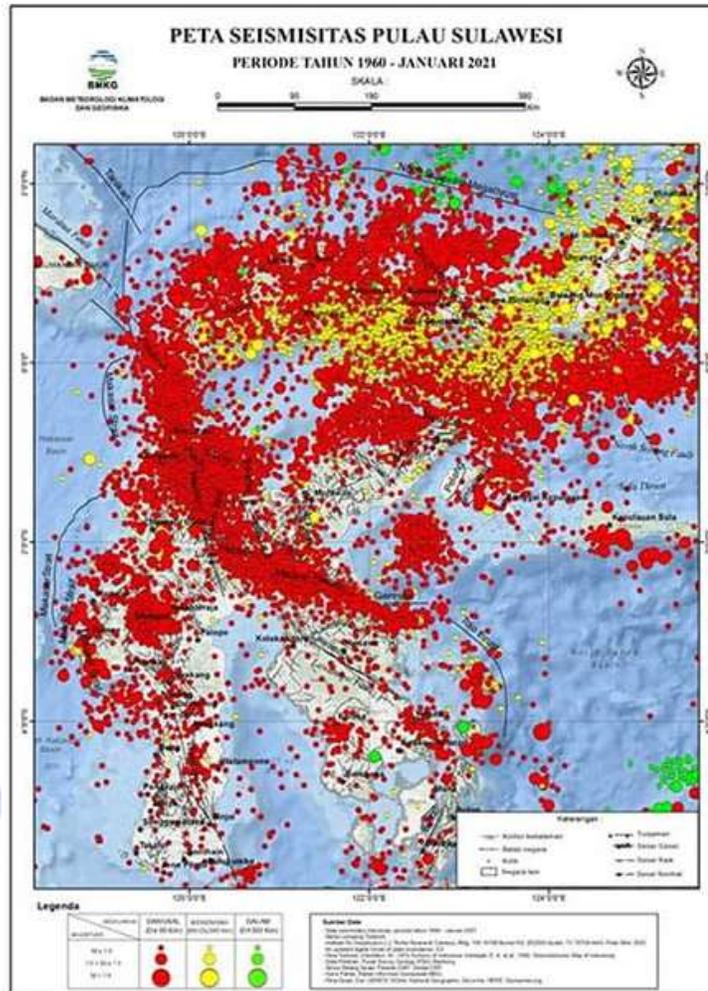
Banyak struktur dermaga dan pelabuhan yang rusak akibat gempa bumi (Sezin, 2018). Pelabuhan Port-au-Prince mengalami kerusakan akibat gempa Haiti pada tahun 2010 yang ditandai dengan kerusakan pada tiang dan pergeseran struktur (Eberhard et al 2010). Dermaga Ibaraki mengalami kerusakan akibat gempa Tohoku pada tahun 2011 yang ditandai dengan pergeseran struktur (Sugano et al 2011). Dermaga Pantoloan mengalami kerusakan akibat gempa Palu yang ditandai dengan rubuhnya Quay Crane (Dirjen Hubla. 2018). Dermaga Hanimua mengalami kerusakan akibat gempa Maluku tahun 2019 yang ditandai dengan penurunan dan keretakan dari struktur (Kompas 2019). Dermaga Simboro mengalami kerusakan akibat gempa di Mamuju tahun 2021 yang ditandai dengan pondasi yang retak (Antaraneews 2021). Pelabuhan Mamuju mengalami kerusakan akibat gempa mamuju yang ditandai dengan pergeseran struktur (www.darilaut.id 2021). Banyak dermaga/jetty yang ditopang tiang pancang mengalami kerusakan akibat gempa bumi, menunjukkan perlunya pertimbangan ulang dalam filosofi desain seismik dari jenis struktur ini untuk meningkatkan kinerja seismiknya (Elgamal 1996).

Analisis pushover untuk bangunan lepas pantai sudah pernah dilakukan oleh Sundoro (2020), namun untuk bangunan lepas pantai dengan beban lingkungan yang dominan adalah gelombang. Sedangkan pada penelitian ini beban lingkungan yang dominan adalah beban gempa. Menurut Tavio et al. (2018) bahwa dalam desain berbasis gaya, gaya geser desain yang digunakan adalah gaya geser nominal yang nilainya diambil dari gaya geser elastik dibagi dengan faktor modifikasi respon ( $R$ ). Nilai  $R$  ini ditentukan dengan pendekatan preskriptif yang nilainya bergantung pada kemampuan sistem untuk berderformasi inelastis atau menyerap energi gempa. Menurut Pranata (2006), analisis pushover adalah suatu analisis statik non-linier dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban statik yang menangkap pada pusat masing – masing lantai. Menurut Dewobroto (2019) untuk prosedur analisis Nonlinear Static Pushover adalah menentukan titik kontrol untuk memonitor besarnya perpindahan struktur, membuat kurva pushover berdasarkan berbagai macam pola

distribusi gaya lateral, dan menentukan estimasi besarnya perpindahan lateral saat gempa rencana (target perpindahan).

Nilai faktor modifikasi respon seismik ( $R$ ) untuk kategori bangunan dermaga/jetty secara spesifik belum diatur oleh SNI 1726 : 2019 maupun SNI 2833 : 2016. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi nilai faktor modifikasi respon seismik ( $R$ ) pada struktur Jetty di Manado untuk memperoleh nilai  $R$  yang paling sesuai. Jenis tipe struktur yang mendekati dari struktur dermaga jetty adalah tipe struktur dengan bangunan bawah tiang vertikal, tiang miring dan kolom majemuk.

Nilai  $R$  aktual diperoleh dengan melakukan analisis pushover pada struktur dermaga jetty. Dalam permodelan struktur dermaga jetty, nilai  $R$  ditetapkan terlebih dahulu untuk melakukan perancangan elemen struktur. Dari hasil analisis pushover diperoleh kurva gaya terhadap deformasi struktur untuk memverifikasi nilai  $R$  yang mampu dicapai. Konsep yang dipakai dalam menghitung nilai  $R$  mengacu FEMA 440.



Gambar 1. 1 Plot data gempa di daerah Sulawesi dan Sekitarnya dari tahun 1960 hingga tahun 2021 (sumber: BMKG, 2022)

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah yang dibahas pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses kriteria pemilihan nilai Faktor Modifikasi Respon Seismik pada struktur dermaga jetty?
2. Bagaimana proses pendekatan pemilihan nilai Faktor Modifikasi Respon Seismik pada struktur dermaga jetty?
3. Berapa nilai Faktor Modifikasi Respon Seismik real berdasarkan analisis pushover?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka masalah yang timbul adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis proses kriteria pemilihan nilai Faktor Modifikasi Respon Seismik pada struktur dermaga jetty.
2. Menganalisis proses pendekatan pemilihan nilai Faktor Modifikasi Respon Seismik pada struktur dermaga jetty.
3. Mengevaluasi nilai Faktor Modifikasi Respon Seismik real berdasarkan hasil pushover.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan tesis ini adalah diharapkan untuk memberikan kontribusi berupa masukan kepada:

1. Institut Sains dan Teknologi Nasional, khususnya Fakultas Teknik
2. sebagai alمامater, dalam melengkapi data base bidang struktur dermaga.
3. Bagi semua pihak yang terlibat dalam struktur dermaga jetty agar dapat menentukan nilai faktor modifikasi respon seismik ( $R$ ) yang sesuai.
4. Bagi *structural engineer* sebagai pihak yang melaksanakan perencanaan struktur dermaga jetty diharapkan dengan mengidentifikasi mekanisme keruntuhan dari beberapa konfigurasi struktur dermaga jetty sehingga didapatkan stability dan safety yang memadai.

## 1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian berada di Manado sebagai daerah dengan risiko gempa tinggi.
2. Klasifikasi kelas situs termasuk kategori tanah lunak ( $SE$ ).
3. Struktur Jetty ini merupakan Jetty tipe pier dengan dek beton dan tiang pancang baja.

4. Spesifikasi tiang pancang, diameter = 1016 mm, tebal pipa = 16 mm, ASTM A252 Grade 2 (tegangan leleh baja = 240 MPa, tegangan ultimit baja = 415 MPa).
5. Dimensi Jetty 97 M x 27 M dengan Jumlah titik pancang 147 dan jarak antar tiang pancang 4,5 M.
6. Fungsi struktur jetty untuk bersandar kapal dengan kapasitas kapasitas 12.000 DWT

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, deskripsi masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan thesis, manfaat penulisan thesis dan sistematika penulisan thesis.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian dari beberapa tinjauan pustaka yang terkini dan relevan.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menguraikan tentang kerangka pikir, model penelitian, yang akan digunakan dalam pengumpulan data primer dan metode pengolahan data yang akan digunakan.

### **BAB IV. HASIL DAN DISKUSI**

Bab ini menjelaskan mengenai hasil dari analisa dan diskusi dari hasil analisa tersebut.

### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini mencakup kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan bab-bab sebelumnya dan saran mengenai temuan-temuan dari penelitian ini yang dianggap penting dan layak untuk dipublikasikan.

ISTN