

**PENILAIAN INDEKS KERENTANAN INFRASTRUKTUR AIR MINUM  
KOTA PADANG TERHADAP  
POTENSI BENCANA GEMPA BUMI DAN TSUNAMI  
(Studi Kasus : Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi Utama SPAM Gunung  
Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang)**

**Andrean Syailendra<sup>1</sup>, Denny Helard<sup>2</sup>, Taufika Ophiyandri<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Magister Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas

<sup>2</sup>Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas

<sup>3</sup>Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas

Email: andrean.syailendra@gmail.com

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan memberikan angka indeks dan tingkat kerentanan fisik sekaligus rekomendasi terhadap infrastruktur SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang (khususnya pipa transmisi dan distribusi utama) akibat potensi bencana gempa bumi dan tsunami. Jaringan pipa ini melayani area dataran rendah dekat pesisir pantai sekaligus lokasi institusi dan perkantoran penting tingkat provinsi Sumatera Barat dan kota Padang. Penilaian indeks kerentanan dilakukan dengan cara melakukan pembobotan dan skoring dari faktor-faktor kerentanan yang telah ditentukan terhadap potensi bencana gempa bumi dan tsunami. Tingkat kerentanan jaringan pipa tersebut diklasifikasikan menjadi rendah, menengah dan tinggi. Hasil dari indeks kerentanan yang telah didapatkan disajikan ke dalam peta tingkat kerentanan setelah sebelumnya dilakukan perhitungan total nilai vulnerability index (VI) dari masing-masing parameter kerentanan. Dari hasil penilaian didapatkan tingkat kerentanan jaringan pipa transmisi terhadap gempa bumi dan tsunami “rendah” dan “rendah” serta jaringan pipa distribusi utama untuk gempa bumi 68,82% nya “menengah” dan tsunami 83,24% nya “tinggi”. Rekomendasi yang diberikan yaitu teknis dan non teknis, secara teknis adalah dengan mengaplikasikan teknik rekayasa pada infrastruktur jaringan pipa yang tahan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami, serta secara non teknis/administratif seperti memberikan pelatihan pada pihak terkait dan membentuk sebuah divisi yang khusus menangani perawatan infrastruktur jaringan pipa.

**Kata Kunci:** Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi, Gempa Bumi dan Tsunami, Indeks Kerentanan, Tingkat Kerentanan, Rekomendasi

**Abstract:** This study aims to provide index numbers and physical vulnerability levels as well as recommendations for the infrastructure SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang (especially the main transmission and distribution pipelines) due to the potential for earthquake and tsunami disasters. This pipeline network serves low-lying areas near the coast as well as the location of important institutions and offices at the provincial level of West Sumatra and Padang City. The vulnerability index assessment is carried out by weighting and scoring the vulnerability factors that have been determined against the potential for earthquake and tsunami disasters. The vulnerability level of the pipeline network is classified into low, medium and high. The results of the vulnerability index that have been obtained are presented in a vulnerability level map after previously calculating the total vulnerability index (VI) value of each vulnerability parameter. From the results of the assessment, it was found that the level of vulnerability of the transmission pipeline network to earthquakes and tsunamis was "low" and "low" and the main distribution pipeline network for earthquakes was 68.82% "medium" and 83.24% for tsunamis "high". The recommendations given are technical and non-technical, technically is to apply

*engineering techniques to pipeline infrastructure that is resistant to earthquakes and tsunamis, as well as non-technical/administrative such as providing training to related parties and forming a division that specifically handles infrastructure maintenance pipe network.*

**Keywords:** *Transmission and Distribution Pipelines, Earthquake and Tsunami, Vulnerability Index, Vulnerability Level, Recommendations*

## PENDAHULUAN

Kota Padang sebagai ibukota Provinsi Sumatera Barat dengan 11 kecamatan dan 104 kelurahan, memiliki luas wilayah yaitu 694,96 km<sup>2</sup> atau setara dengan 1,65% dari luas Provinsi Sumatera Barat [1]. Kondisi geografis yang landai di bagian tengah Kota Padang menyebabkan aktivitas masyarakat, berupa objek vital dan fasilitas umum/sosial tertumpu pada daerah tersebut [2], sehingga Kota Padang merupakan kota yang sangat rentan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami. Data dari BNPB tahun 2018 juga menyatakan Kota Padang memiliki indeks risiko bencana dengan skor 191,60 (tinggi) dan berada di peringkat ke-45 dari 514 kabupaten/kota yang dilakukan penilaian, penilaian dengan kelas risiko “tinggi” adalah gempa bumi (skor 15,50 berada di peringkat 293 dari 514 kabupaten/kota) dan tsunami (skor 17,30 berada di peringkat 91 dari 252 kabupaten/kota).

Mengacu pada kejadian gempa bumi 30 September 2009, didapatkan sedikitnya 1.117 orang tewas, 1.214 luka-luka, dan 181.665 bangunan hancur dan rusak, mengakibatkan longsor serta terganggunya listrik dan komunikasi di daerah terdampak [3]. Selain itu, gempa bumi tersebut berdampak pada infrastruktur air minum di Kota Padang seperti rusaknya dinding saluran penghantar *Intake* Kampung Koto, rusaknya IPA Gunung Pangilun (baik bangunan utama seperti *accelerator* dan filter maupun penunjang seperti bangunan genset), *Intake* Sikayan dan *Intake* Ulu Gadut yang

jebol, terjadinya kebocoran jaringan pipa sekitar 5.000 titik (pipa distribusi sekunder dan tersier, pipa servis dan pipa sambungan rumah berdiameter kecil) serta terhentinya  $\pm 85\%$  pasokan air ke masyarakat Kota Padang [4].

Pemerintah Kota Padang sendiri dalam upaya mitigasi telah menyusun sebuah dokumen Rencana Kontinjensi Menghadapi Bencana Tsunami (sebagai pedoman pada saat tanggap darurat bencana) tahun 2013 lalu akibat potensi terjadinya gempa bumi yang diikuti dengan tsunami. Dalam dokumen Rencana Kontinjensi tersebut, dipaparkan fasilitas sarana prasarana/infrastruktur yang akan diperkirakan terkena dampak dari bencana gempa bumi dan tsunami (dengan skenario kekuatan gempa bumi 8,8 SR) seperti jalan dan jembatan, jaringan listrik, saluran komunikasi, jaringan irigasi, jaringan air bersih (air minum) dan sanitasi, bandara, pelabuhan dan sarana ibadah. Namun, dokumen tersebut hanya berfokus pada upaya pada saat tanggap darurat bencana saja, bukan kepada upaya penguatan infrastruktur yang terdampak atau menurunkan tingkat kerentanan.

Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumda AM) Kota Padang memiliki 3 daerah pelayanan, dimana SPAM Gunung Pangilun yang termasuk ke dalam Wilayah Pelayanan Pusat merupakan SPAM dengan daerah pelayanan terbanyak, yaitu melayani 36.089 pelanggan aktif dari total 111.848 pelanggan aktif se Kota Padang atau 32,27%

dari pelanggan aktif Perumda Air Minum Kota Padang. Persentase tersebut sangat besar karena Wilayah Pelayanan Pusat sendiri hanya dilayani 1 SPAM saja, sedangkan Wilayah Pelayanan Utara memiliki 4 SPAM dan Wilayah Pelayanan Selatan memiliki 5 SPAM. Selain itu, SPAM Gunung Pangilun melayani kawasan yang termasuk ke dalam 5 kecamatan yaitu Kec. Nanggalo, Kec. Padang Utara, Kec. Padang Barat, Kec. Padang Timur dan Kec. Padang Selatan. Kawasan-kawasan tersebut selain terletak di dataran rendah dekat pesisir pantai, juga merupakan kawasan terletaknya institusi dan perkantoran penting tingkat Provinsi dan Kota serta daerah pusat utama perekonomian masyarakat Kota Padang [5]. Oleh karena itu, perlu dilakukannya studi mengenai penilaian indeks kerentanan fisik infrastruktur air minum (khususnya pada jaringan pipa transmisi dan distribusi utama) di Kota Padang dengan metode pembobotan/skoring sekaligus memberikan rekomendasi pada pemangku kepentingan (*stakeholder*) terkait sebagai upaya mitigasi akibat potensi bencana gempa bumi diikuti tsunami yang telah diperkirakan oleh para ahli.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Memberikan angka indeks dan tingkat kerentanan fisik jaringan pipa transmisi dan distribusi utama SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang akibat adanya potensi bencana gempa bumi dan tsunami;
2. Memberikan rekomendasi awal untuk analisis risiko pada *stakeholder* terkait mengenai kerentanan fisik dari infrastruktur jaringan pipa transmisi dan distribusi utama SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kota Padang, difokuskan pada jaringan pipa transmisi dan distribusi utama SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang yang memiliki potensi terkena dampak bencana gempa bumi dan tsunami.

### a. Identifikasi Masalah

Jenis kerentanan yang akan dibahas dalam penelitian ini berfokus pada kerentanan fisik pada jaringan pipa transmisi dan distribusi utama. Faktor yang dapat mempengaruhi kerentanan fisik antara lain kondisi topografi wilayah, jumlah dan tingkat kepadatan penduduk, perilaku masyarakat terhadap lingkungan, jenis material dan struktur konstruksi infrastruktur serta sistem pembuangan kotoran dan sampah [6].

Adapun, komponen infrastruktur air minum SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang yang dinilai kerentanannya sesuai dengan batasan masalah pada penelitian ini, yaitu jaringan pipa transmisi dan distribusi utama dengan faktor-faktor kerentanannya terdiri dari ukuran pipa, jenis pipa, lokasi pipa dan intensitas seismik.

### b. Penentuan Faktor Kerentanan, Penilaian Indeks Kerentanan dan Skoring

#### 1. Penentuan Faktor Kerentanan

Dalam penentuan faktor kerentanan dilakukan pembatasan faktor-faktor kerentanan fisik yang akan dinilai, karena tidak mungkin menilai seluruh faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan fisik tersebut. Hal ini disebabkan terbatasnya penelitian terkait yang membahas secara detail tentang kerentanan infrastruktur air minum akibat potensi gempa bumi dan tsunami, juga membutuhkan waktu yang relatif lama serta menggunakan teknologi yang tinggi. Namun, Pembatasan faktor-faktor kerentanan tetap dilakukan

berdasarkan aspek yang mempengaruhi tingkat kerentanan fisik, seperti:

- Kondisi topografi wilayah  
 Faktor yang ditinjau adalah intensitas seismik (akibat adanya potensi gempa bumi), lokasi infrastruktur terhadap zona bahaya gempa bumi dan tsunami
- Jenis material dan struktur infrastruktur  
 Faktor yang ditinjau adalah jenis material pipa serta ukuran diameter pipa.

Untuk lebih jelasnya mengenai dasar penilaian kerentanan dari faktor-faktor kerentanan fisik yang telah ditentukan dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Faktor-Faktor Penyusun Penilaian Indeks Kerentanan Fisik Infrastruktur Air Minum

Faktor-Faktor Penyusun Indeks Kerentanan Fisik Untuk Perpipaan Terhadap Potensi Bencana Gempa Bumi	
Faktor 1 (C1)	Ukuran Diameter Pipa
Faktor 2 (C2)	Jenis Material Pipa
Faktor 3 (C3)	Lokasi Infrastruktur Terhadap Zonasi Bahaya Gempa Bumi
Faktor 4 (C4)	Intensitas Seismik
Untuk Perpipaan Terhadap Potensi Bencana Tsunami	
Faktor 1 (C1)	Lokasi Infrastruktur Terhadap Zonasi Bahaya Tsunami

## 2. Penilaian Indeks Kerentanan

Penilaian indeks kerentanan dilakukan dengan cara memberi pembobotan terhadap faktor-faktor kerentanan fisik yang telah ditentukan pada Tabel 1.2. Penilaian indeks kerentanan dilakukan dengan pendekatan tata cara penilaian indeks pada artikel berjudul “Vulnerability Assessment of Water Supply Network” [7].

Adapun, kelas kerentanan dibedakan terhadap potensi bencana gempa bumi dan tsunami, dimana detailnya dapat dilihat pada Tabel 2, 3, 4, 5, dan 6 berikut:

Tabel 2. Indeks Kerentanan Perpipaan Terhadap Potensi Bencana Gempa Bumi Ditinjau Dari Ukuran Diameter Pipa

Kode	Kelas Kerentanan	Ukuran Diameter Pipa	Bobot	Dasar Penilaian
DP 1	Rendah (Low Vulnerable)	$\varnothing > 450$ mm	1	Dibandingkan dengan data jaringan perpipaan
DP 2	Menengah (Medium Vulnerable)	$150 < \varnothing < 450$ mm	2	
DP 3	Tinggi (High Vulnerable)	$\varnothing < 150$ mm	3	

Sumber : [7]

Tabel 3. Indeks Kerentanan Perpipaan Terhadap Potensi Bencana Gempa Bumi Ditinjau Dari Jenis Material Pipa

Kode	Kelas Kerentanan	Ukuran Diameter Pipa	Bobot	Dasar Penilaian
MP 1	Rendah (Low Vulnerable)	Pipa HDPE dan Pipa Steel	1	Dibandingkan dengan data jaringan perpipaan
MP 2	Menengah (Medium Vulnerable)	Pipa Besi (GIP), Pipa DCIP dan Pipa PVC	2	
MP 3	Tinggi (High Vulnerable)	Pipa Asbes (ACP)	3	

Sumber : [7]

Tabel 4. Indeks Kerentanan Perpipaan Terhadap Potensi Bencana Gempa Bumi Ditinjau Dari Lokasi Infrastruktur Terhadap Zonasi Bahaya Gempa Bumi

Kode	Kelas Kerentanan	Lokasi Infrastruktur Terhadap Zonasi Bahaya Gempa Bumi	Bobot	Dasar Penilaian
LTB GB 1	Rendah (Low Vulnerable)	Terletak Pada Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi Rendah	1	Sinkronisasi dengan peta rawan bencana gempa bumi
LTB GB 2	Menengah (Medium Vulnerable)	Terletak Pada Kawasan Rawan Bencana	2	

LTB GB 3	Tinggi (High Vulnerable)	Gempa Bumi Menengah Terletak Pada Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi Tinggi	3
-------------	--------------------------------	--	---

Sumber : [8]

Tabel 5. Indeks Kerentanan Perpipaan Terhadap Potensi Bencana Gempa Bumi Ditinjau Dari Intensitas Seismik

Kode	Kelas Kerentanan	Intensitas Seismik	Bobot	Dasar Penilaian
IS 1	Rendah (Low Vulnerable)	< VI MMI	1	Dibandingkan dengan skenario bencana
IS 2	Menengah (Medium Vulnerable)	VI - VIII MMI	2	
IS 3	Tinggi (High Vulnerable)	> VIII MMI	3	

Tabel 6. Indeks Kerentanan Perpipaan Terhadap Potensi Bencana Tsunami Ditinjau Dari Lokasi Infrastruktur Terhadap Zonasi Bahaya Tsunami

Kode	Kelas Kerentanan	Lokasi Infrastruktur Terhadap Zonasi Bahaya Tsunami	Bobot	Dasar Penilaian
LTBT 1	Rendah (Low Vulnerable)	Tidak Terletak Pada Kawasan Rawan Tsunami	1	Sinkronisasi dengan peta rawan bencana tsunami
LTBT 2	Tinggi (High Vulnerable)	Terletak Pada Kawasan Rawan Tsunami	3	

Sumber : [9]

### 3. Analisis Penilaian dan Skoring

Metode penilaian dan skoring yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan mengalikan faktor-faktor kerentanan fisik tersebut dan memperhitungkan interval kelas. Penentuan interval kelas ditentukan dengan memperhitungkan skor tertinggi dan skor

terendah dari hasil perkalian skor setiap parameter. Berdasarkan skor terhadap parameter kerentanan fisik yang digunakan, klasifikasi tingkat kerentanan fisik akibat potensi bencana gempa bumi dan tsunami dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Klasifikasi Tingkat Kerentanan dari Infrastruktur Air Minum Terhadap Potensi Bencana Gempa Bumi

Kelas Interval	Evaluasi	Warna
1 – 27	Rendah (Low Vulnerable)	Hijau
28 – 54	Menengah (Medium Vulnerable)	Kuning
55 – 81	Tinggi (High Vulnerable)	Merah

Tabel 8. Klasifikasi Tingkat Kerentanan dari Infrastruktur Air Minum Terhadap Potensi Bencana Tsunami

Nilai	Evaluasi	Warna
1	Rendah (Low Vulnerable)	Hijau
2	Menengah (Medium Vulnerable)	Kuning
3	Tinggi (High Vulnerable)	Merah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Penilaian Indeks dan Tingkat Kerentanan

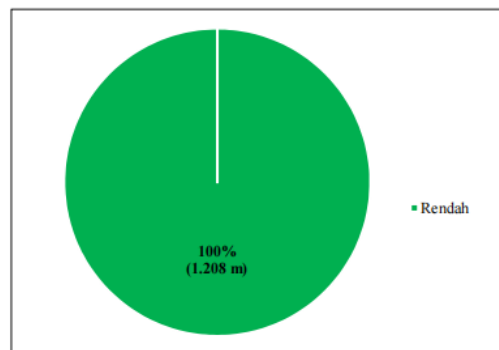
Dari hasil penilaian indeks kerentanan fisik infrastruktur perpipaan jaringan transmisi dan distribusi utama SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang terhadap gempa bumi didapatkan 2 Jaringan Pipa Transmisi dan 11 Jaringan Pipa Distribusi tergolong kerentanan “Rendah” (nilai VI sama dengan 9 dan 18) serta 29 Jaringan Pipa Distribusi Utama termasuk pada kerentanan “Menengah” (nilai VI sama dengan 36 dan 54). Perbedaan signifikan antara nilai VI lebih dipengaruhi oleh jenis material pipa dan ukuran diameter pipa,

sebab seluruh infrastruktur berada pada kawasan rawan bencana gempa bumi tinggi. Adapun, hasil penilaian indeks kerentanan fisik infrastruktur perpipaan jaringan transmisi dan distribusi SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang terhadap tsunami didapatkan 2 Jaringan Pipa Transmisi dan 9 Jaringan Pipa Distribusi Utama terkategori kerentanan “Rendah” (nilai VI sama dengan 1) serta 31 Jaringan Pipa Distribusi Utama termasuk pada kerentanan “Tinggi” (nilai VI sama dengan 3) karena berada pada kawasan rawan bencana tsunami. Hasil ini berarti bahwa sebagian besar infrastruktur pipa jaringan transmisi dan distribusi utama SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang berada pada kawasan rawan bencana tsunami.

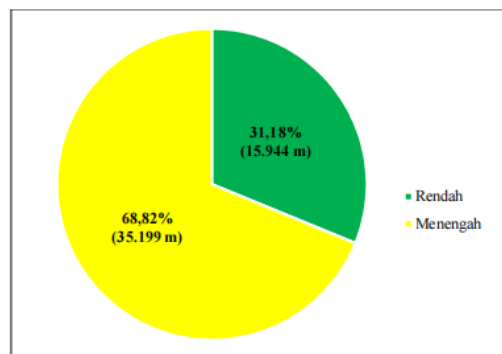
Selain itu, jika digabungkan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami, maka diperoleh 21 jaringan pipa yang terklasifikasi pada kerentanan “Menengah” terhadap gempa bumi dan kerentanan “Tinggi” terhadap tsunami. Namun, dari 21 tersebut ada 11 Infrastruktur Pipa Jaringan Distribusi Utama yang terkategori kerentanan “Menengah” tetapi secara penilaian indeks kelas menengah hampir mendekati kategori kerentanan “Tinggi” (nilai VI sama dengan 54), dimana 11 Infrastruktur dengan panjang total 13.418 m ini berbahan material pipa jenis ACP (*Asbestos Cement Pipe*), sangat rentan terhadap gempa bumi juga terletak pada kawasan rawan bencana tsunami [7].

Dari penilaian indeks kerentanan masing-masing infrastruktur jaringan pipa transmisi dan jaringan pipa distribusi utama tersebut dapat dihasilkan persentase serta panjang masing-masing kategori kerentanan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami. Berikut ini merupakan Persentase dan Panjang Kategori Kerentanan Infrastruktur Jaringan

Pipa Transmisi dan Distribusi Utama SPAM Gunung Pangilun Terhadap Gempa Bumi pada Gambar 1 dan 2.

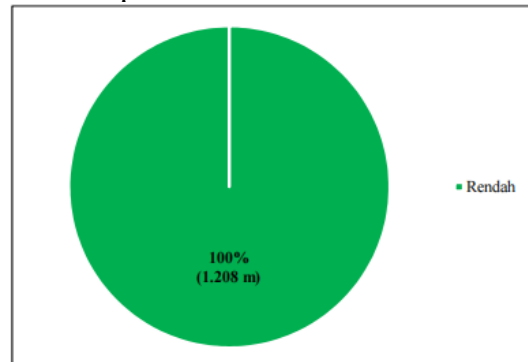


Gambar 1. Persentase dan Panjang Kategori Kerentanan Jaringan Pipa Transmisi SPAM Gunung Pangilun Terhadap Gempa Bumi

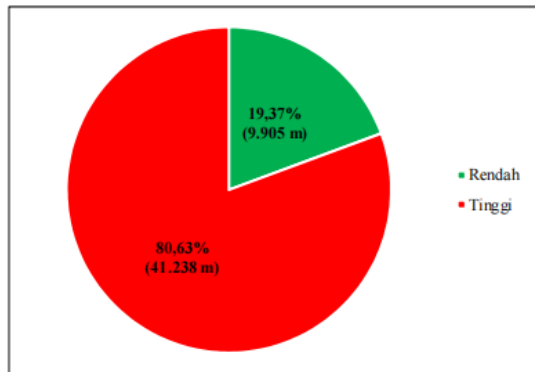


Gambar 2. Persentase dan Panjang Kategori Kerentanan Jaringan Pipa Distribusi Utama SPAM Gunung Pangilun Terhadap Gempa Bumi

Sedangkan, di bawah ini merupakan Persentase dan Panjang Kategori Kerentanan Infrastruktur Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi SPAM Gunung Pangilun Terhadap Tsunami pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Persentase dan Panjang Kategori Kerentanan Jaringan Pipa Transmisi SPAM Gunung Pangilun Terhadap Tsunami

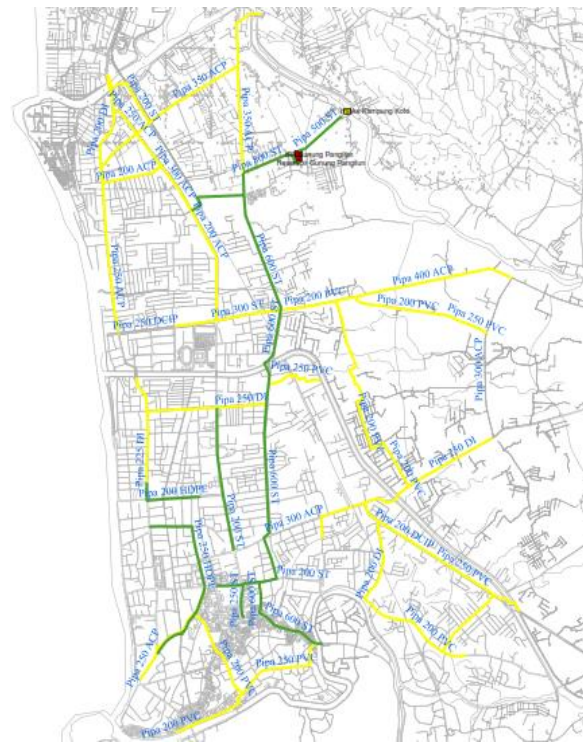


Gambar 4. Persentase dan Panjang Kategori Kerentanan Jaringan Pipa Distribusi Utama SPAM Gunung Pangilun Terhadap Tsunami

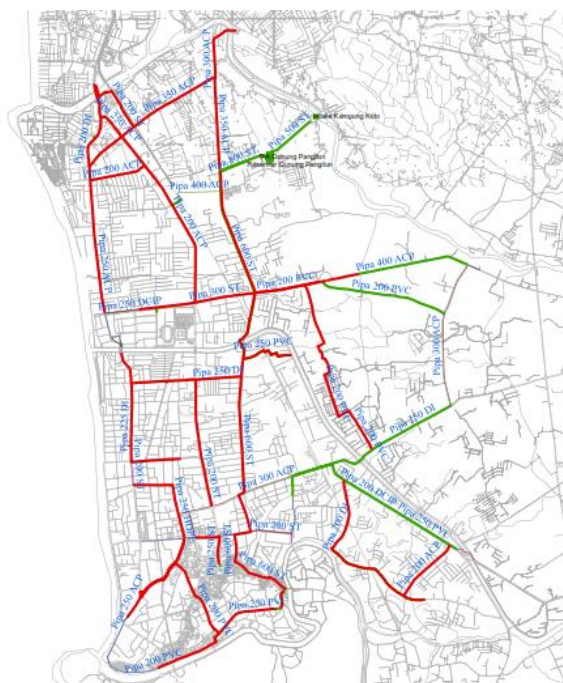
Adapun, yang perlu diperhatikan adalah 22 infrastruktur jaringan pipa distribusi utama dengan kategori kerentanan menengah terhadap gempa bumi dan panjang total 27.003 m (52,80% dari total jaringan pipa distribusi utama yaitu 51.143 m) berada pada kawasan rawan bencana tsunami, dimana jika terjadi gempa bumi yang diikuti tsunami maka dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan pipa tersebut. Data ini, apabila dibandingkan dengan inventarisasi sarana dan prasarana yang diperkirakan terkena dampak bencana gempa bumi dan tsunami dalam dokumen Rencana Kontinjensi Menghadapi Bencana Tsunami Kota Padang pada tahun 2013 cukup sinkron, karena dokumen tersebut menyatakan bahwa ada 25 jaringan air bersih dan sanitasi yang terancam serta 60% nya akan mengalami kerusakan yang parah.

Selain itu, dari hasil penilaian indeks kerentanan masing-masing komponen infrastruktur jaringan pipa transmisi dan distribusi utama SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang dapat disusun peta kerentanan terhadap gempa bumi dan tsunami dengan bantuan auto CAD dan GIS berdasarkan kategori tingkat kerentanannya Peta tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 berikut ini;

Infrastruktur jaringan pipa transmisi dan jaringan pipa distribusi utama yang membentang sepanjang Jl. Penjernihan dan Jl. Gajah Mada tergolong pada kerentanan rendah, hal ini disebabkan oleh jaringan pipa transmisi dan jaringan pipa distribusi utama tersebut merupakan pipa yang berdiameter besar serta berjenis material ST dan HDPE sehingga tidak terlalu rentan terhadap gempa bumi. Selain itu, rata-rata lokasi infrastruktur yang dekat dengan daerah pesisir pantai tergolong pada kerentanan tinggi, sehingga untuk jaringan pipa transmisi yang jauh dari pesisir pantai terkategori kerentanan rendah.



Gambar 5. Peta Kerentanan Infrastruktur Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi SPAM Gunung Pangilun Terhadap Gempa Bumi



Gambar 6. Peta Kerentanan Infrastruktur Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi SPAM Gunung Pangilun Terhadap Tsunami

### **b. Rekomendasi Terhadap Infrastruktur SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang Akibat Potensi Bencana Gempa Bumi dan Tsunami**

Rekomendasi yang dapat diberikan terhadap infrastruktur air minum SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang akibat adanya potensi bencana gempa bumi dan tsunami pada *stakeholder* terkait antara lain:

#### 1. Jaringan Pipa Transmisi

Oleh karena hasil penilaian indeks kerentanan jaringan pipa transmisi terhadap bencana gempa bumi maupun tsunami yang tergolong pada kerentanan “Rendah” maka tidak diberikan rekomendasi terhadap infrastruktur ini.

#### 2. Jaringan Pipa Distribusi Utama

a. Melakukan penggantian pipa yang termasuk rentan terhadap gempa bumi seperti pipa ACP menjadi jenis pipa yang lebih fleksibel terhadap gempa bumi dan tsunami seperti pipa HDPE. Disarankan untuk mengganti pipa ACP

sepanjang 13.418 m dengan pipa HDPE, sebab selain rentan terhadap gempa bumi lokasi pipa juga berada pada kawasan rawan tsunami;

- b. Mengaplikasikan sistem distribusi utama yang saling berhubungan dan tertutup (*inter connection looping*) seperti yang dilakukan di kota Tokyo (Jepang) untuk menahan guncangan gempa bumi;
- c. Mengaplikasikan teknik pemasangan pipa dan penimbunan pipa sesuai standar daerah rawan bencana gempa bumi dan tsunami (seperti misalnya bantalan pasir yang bertujuan sebagai penahan guncangan akibat gempa bumi);
- d. Memberikan pelatihan secara bertahap, terpadu dan berkesinambungan kepada para karyawan dan rekanan terkait metode pemasangan pipa pada jaringan distribusi Perumda Air Minum Kota Padang untuk mengurangi kerentanan akibat bencana gempa bumi dan tsunami.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan hasil penilaian indeks kerentanan masing-masing Infrastruktur SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang, maka didapatkan:
  - a. Tingkat kerentanan Jaringan Pipa Transmisi SPAM Gunung Pangilun yang terdampak skenario bencana gempa bumi dan tsunami berada pada kerentanan rendah;
  - b. Tingkat kerentanan Jaringan Pipa Distribusi Utama SPAM Gunung Pangilun yang terdampak skenario bencana gempa bumi didominasi oleh kerentanan tingkat menengah (68,82%). Sedangkan tingkat



kerentanan Jaringan Pipa Distribusi Utama SPAM Gunung Pangilun yang terdampak skenario bencana tsunami didominasi oleh tingkat kerentanan tinggi (83,24%), hal ini karena lokasi jaringan pipa distribusi utama tersebut berada pada kawasan rawan tsunami.

2. Rekomendasi yang dapat diberikan kepada stakeholder terkait potensi bencana gempa bumi dan tsunami terhadap infrastruktur air minum Kota Padang khususnya SPAM Gunung Pangilun Perumda Air Minum Kota Padang antara lain:

a. Secara teknis, dengan mengaplikasikan teknik rekayasa pada infrastruktur sistem penyediaan air minum yang sesuai dengan standar tahan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami

b. Secara non teknis/administratif

- Memberikan pelatihan secara bertahap, terpadu dan berkesinambungan pada karyawan dan rekanan Perumda Air Minum Kota Padang.
- Membentuk sebuah divisi yang khusus menangani perawatan infrastruktur sistem penyediaan air minum, sehingga dapat dilakukan monitoring secara berkala.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Kota Padang. Statistik Daerah Kota Padang. (2020).
- [2] Oktiani, D., dan Manurung, S. Model Geospasial Potensi Kerentanan Tsunami Kota Padang. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, Vol. 11 No. 2, November 2010 : 140-146. (2010).
- [3] Setyonegoro, W. Gempa Bumi Padang 30 September 2009 dan Potensi Tsunaminya. Buletin Meteorologi
- Klimatologi dan Geofisika, Vol. 7 No. 3, September 2013. (2013).
- [4] PDAM Kota Padang. PDAM Kota Padang Bangkit dari Kehancuran. (2013)
- [5] Perumda Air Minum Kota Padang. Profil Perumda Air Minum Kota Padang 2020. (2020)
- [6] Adiyoso, W. Manajemen Bencana, Pengantar dan Isu-isu Strategis. Jakarta: Bumi Aksara. (2018).
- [7] Zohra, H., Mahmoud, B. dan Luc, D. Vulnerability Assessment of Water Supply Network. Energy Procedia, 18 (2012) 772-783. (2012).
- [8] BNPB. Indeks Risiko Bencana Indonesia. (2018)
- [9] Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. (2012)
- [10] Pemerintah Kota Padang. Rencana Kontinjensi Menghadapi Bencana Tsunami Kota Padang. (2013)