

**PEMETAAN RISIKO GEMPA BUMI DI SABAH MENGGUNAKAN SISTEM
MAKLUMAT GEOGRAFI**



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

RASYIDAH BINTI RADUAN

UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

PEMETAAN RISIKO GEMPA BUMI DI SABAH MENGGUNAKAN SISTEM MAKLUMAT
GEOGRAFI

RASYIDAH BINTI RADUAN

Tesis ini dikemukakan sebagai
memenuhi syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Kejuruteraan Awam




PTTAUTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH


Fakulti Kejuruteraan Awam Dan Alam Bina
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia

MEI 2021

Saya akui tesis ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya

Pelajar : 
:
RASYIDAH BINTI RADUAN
Tarikh :
:
06/05/202


PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH
Penyelia : 
:
PROF. MADYA SR. DR.
MOHD EFFENDI BIN DAUD

Penyelia Bersama : 
:
PROF. MADYA Ts.
MASIRI BIN KAAMIN

DEDIKASI

Bismillahirrahmanirahim.....

Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Penyayang,

Teristimewa buat mak dan ayah yang tersayang:

*Buat mak, Normah Binti Ibrahim,
Terima kasih di atas doronganmu,
Buat ayah, Raduan Bin A.Rahaman,
Terima kasih di atas sokonganmu,
Pengorbanan dan kasih sayang mak dan ayah tidak dapat saya balas..
Doamu sentiasa mengiringiku*

Buat adik beradik yang dikasihi:

*Untuk Along, Angah, Alang dan Adik,
Terima kasih di atas segala bantuanmu*

Untuk penyelia dan sahabat-sahabat yang sentiasa ada di sisi:

*Buat Prof. Madya Sr. Dr Mohd Effendi Bin Daud dan Prof. Madya Ts. Masiri Bin
Kaamin,*

Terima kasih atas segala bimbingan dan sokongan yang diberikan,

Buat Pn Noor Suhaiza Binti Sauti,

Terima kasih atas segala tunjuk ajar yang diberikan,

Buat sahabat-sahabat,

Terima kasih atas sokongan yang diberikan

*Terima kasih di atas segalanya,
Semoga Allah memberkati hidup kita semua....*



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNJUKKAN AMINAH

PENGHARGAAN

Dengan Nama Allah Ar-Rahman, Ar-Rahim. Selawat dan salam kepada junjungan besar Nabi Muhammad s.a.w., kaum keluarga baginda dan para sahabat baginda r.a. Setinggi-tinggi kesyukuran dipanjat kepada Allah s.w.t kerana dengan izinnya dapat saya menyiapkan Projek Sarjana ini dengan jayanya.

Di kesempatan ini saya ingin merakamkan jutaan penghargaan dan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Prof. Madya Sr. Dr. Mohd Effendi Bin Daud dan juga Prof. Madya Ts. Masiri Bin Kaamin yang telah banyak memberi tunjuk ajar, membantu, membimbing serta memberi dorongan di dalam menjayakan penyelidikan ini. Tidak dilupakan juga jutaan terima kasih kepada Puan Noor Suhaiza Binti Sauti yang banyak membantu dan memberi tunjuk ajar kepada saya semasa menyiapkan laporan ini.

Penghargaan yang tidak terhingga buat kedua orang tua saya iaitu Raduan Bin A.Rahaman dan Normah Binti Ibrahim yang sentiasa menyokong dan memberi semangat kepada saya semasa menyiapkan kajian ini. Begitu juga dengan adik-beradik saya Rahmat Bin Raduan, Nekmat Bin Raduan, Noramin Bin Raduan dan Rafie Bin Raduan yang juga sentiasa memberikan motivasi dan sokongan moral kepada saya semasa menjalankan kajian ini.

Di kesempatan ini juga, saya ingin merakamkan penghargaan kepada semua rakan seperjuangan, rakan sekerja di Alam Flora Sdn. Bhd. dan I Net Spatial Sdn. Bhd. yang turut sama membantu sepanjang tempoh penyelidikan ini dijalankan. Terima kasih juga kepada rakan-rakan yang lain serta semua yang terlibat sama ada secara langsung mahupun tidak langsung dalam menjayakan projek penyelidikan ini. Segala jasa baik kalian sangat saya hargai. Semoga kajian ini dapat membantu dan memberi manfaat kepada mana-mana pihak yang memerlukan sebagai panduan dan rujukan.

ABSTRAK

Gempa bumi yang kerap berlaku telah menyebabkan kebimbangan kepada ahli akademik, jurutera, perancang, pembuat keputusan dan kerajaan dalam usaha untuk mencegah dan menguruskan bencana. Kejadian gempa bumi yang berlaku memberikan kesan yang besar kepada penduduk seperti kehilangan nyawa, harta benda, tanah runtuh dan boleh menyebabkan berlakunya gempa susulan. Oleh itu, kajian pemetaan risiko gempa bumi dengan menggunakan perisian Sistem Maklumat Geografi (GIS) dijalankan untuk mengenalpasti kawasan yang berisiko tinggi berlakunya gempa bumi. Di dalam tesis ini, kajian risiko gempa bumi dilaksanakan dengan mengkaji dan memetakan tahap ancaman, tahap kerentanan dan tahap kapasiti. Peta risiko gempa bumi ini terhasil adalah daripada susun tindih peta ancaman, peta kerentanan dan peta kapasiti tersebut. Berdasarkan jumlah keseluruhan keluasan Sabah iaitu 7,390,400 Ha, didapati bahawa 97.6% kawasan di Sabah merupakan kawasan yang berada di dalam risiko gempa bumi dengan keluasan 7,211,250 Ha manakala sebanyak 2.4% lagi adalah kawasan yang tidak berada di dalam risiko gempa bumi dengan keluasan 179,150 Ha. Dengan ini, secara tidak langsung dapat memudahkan agensi seperti PLAN Malaysia dan NADMA merancang pelan keselamatan bagi mengurangkan risiko gempa bumi. Di samping itu juga dapat memberikan kesedaran di kalangan penduduk tempatan tentang faktor-faktor, punca dan tanda-tanda yang berkaitan dengan gempa bumi untuk memastikan kebajikan penduduk terjamin. Ini kerana kawasan yang terkesan akibat daripada gempa bumi berserta dengan data geospasial digital dapat diketahui melalui peta risiko gempa bumi.



ABSTRACT

Frequent earthquakes event have caused concern to academics, engineers, planners, decision makers and the government in an effort to prevent and manage disasters. The earthquakes that occur have a big impact on the population such as loss of life, property, landslides and can cause aftershocks. Therefore, an earthquake risk mapping study using Geographic Information System (GIS) software was conducted to identify the areas that have a high risk of earthquakes event occur. In this thesis, earthquake risk study is implemented by studying and mapping the level of threat, level of vulnerability and level of capacity. The result of earthquake risk map is from the overlapping threat maps, vulnerability maps and capacity maps. Based on the total area of Sabah which is 7,390,400 Ha, it was found that 97.6% of areas in Sabah are areas at risk of earthquakes with an area of 7,211,250 Ha while another 2.4% are areas not at risk of earthquakes with an area of 179,150 Ha. With this, it can indirectly facilitate agencies such as PLANMalaysia and NADMA to plan security plans to reduce the risk of earthquakes. In addition, it can also provide awareness among the locals about the factors, causes and signs associated with earthquakes to ensure the welfare of the population is guaranteed. This is because the area affected by the earthquake along with digital geospatial data can be known through the earthquake risk map.



KANDUNGAN

	TAJUK	i
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vii
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SIMBOL/SINGKATAN/TATANAMA/ISTILAH	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xivv
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Pernyataan masalah	5
	1.3 Objektif kajian	7
	1.4 Skop kajian	7
	1.5 Kepentingan kajian	8



BAB II	KAJIAN LITERATUR	11
2.1	Pendahuluan	11
2.2	Gempa bumi	15
2.3	Konsep peta risiko	26
2.3.1	Peta ancaman	28
2.3.2	Peta kerentanan	29
2.3.3	Peta kapasiti	32
2.3.4	Peta risiko bencana	34
2.4	Penghasilan peta risiko	35
2.5	Sifat peta risiko	36
2.6	Sistem Maklumat Geografi (GIS)	36
2.6.1	Kepentingan GIS	38
2.6.2	Kegunaan GIS untuk bencana	39
2.7	Rumusan	42
BAB III	METODOLOGI	43
3.1	Pengenalan	43
3.2	Fasa pertama: Penentuan parameter-parameter	
	peta risiko gempa bumi	45
3.2.1	Indeks ancaman	46
3.2.2	Indeks kerentanan	47
3.2.3	Indeks kapasiti	51
3.3	Fasa kedua: Penghasilan parameter-parameter	
	peta risiko gempa bumi	55
3.3.1	Peta ancaman	56
3.3.2	Peta kerentanan	57
3.3.3	Peta kapasiti	58
3.4	Fasa ketiga: Peta risiko gempa bumi	59



PTTA UTHM
 PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

3.4.1	Penilaian peta risiko gempa bumi	61
3.5	Rumusan	62
BAB IV	HASIL KAJIAN DAN ANALISIS	63
4.1	Pendahuluan	63
4.2	Peta ancaman gempa bumi	63
4.3	Peta kerentanan gempa bumi	68
4.3.1	Kerentanan ekonomi	68
4.3.2	Kerentanan Fizikal	74
4.3.3	Kerentanan Sosial	82
4.3.4	Kerentanan	89
4.4	Peta kapasiti gempa bumi	92
4.5	Peta risiko gempa bumi Sabah	95
4.6	Penilaian peta risiko gempa bumi	100
4.7	Kesimpulan	104
BAB V	KESIMPULAN DAN CADANGAN	105
5.1	Pendahuluan	105
5.2	Kesimpulan	105
5.3	Cadangan	107
	RUJUKAN	109
	LAMPIRAN	114



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

SENARAI JADUAL

2.1	Gempa bumi yang tercatat dalam sejarah dunia	18
2.2	Ringkasan laporan gegaran bumi di Sabah (1897 -2007)	21
3.1	Data peta risiko bencana	45
3.2	Komponen dan indikator indeks ancaman bencana gempa bumi	47
3.3	Indeks kerentanan ekonomi	48
3.4	Indeks kerentanan fizikal	49
3.5	Indeks kerentanan sosial	51
3.6	Pengiraan indeks kapasiti	55
4.1	Indeks ancaman gempa bumi di Sabah	65
4.2	Parameter peta kerentanan	68
4.3	Skor keluasan kawasan produktiviti	69
4.4	Skor KDNK daerah Sabah	70
4.5	Skor kerentanan fizikal rumah di Sabah	75
4.6	Skor kerentanan fizikal kemudahan awam di Sabah	74
4.7	Skor kepadatan penduduk di Sabah	83
4.8	Skor umur kerentanan sosial penduduk di Sabah	84
4.9	Skor penduduk lelaki di Sabah	85
4.10	Skor penduduk perempuan di Sabah	86
4.11	Parameter kapasiti di Sabah	92
4.12	Parameter risiko gempa bumi di Sabah	998
4.13	Penilaian peta ancaman	102
4.14	Penilaian peta kerentanan fizikal	103
4.15	Penilaian peta kerentanan sosial	103



PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH
 UNIVERSITI TUN ABUL RAZAK SARAWAK

SENARAI RAJAH

1.1	Batu kembali stabil tetapi telah mengalami perubahan bentuk dan kedudukan	3
1.2	Proses deformasi batuan yang menyebabkan terjadinya gempa bumi	4
1.3	Lokasi kajian iaitu negeri Sabah	8
2.1	Seismicity Sabah berdasarkan pangkalan data dari USGS/NEIC dan JMG	20
2.2	Contoh lengkung gegaran untuk pelbagai jenis kerosakan	25
2.3	Konsep peta risiko	28
2.4	Parameter analisis kapasiti	33
2.5	Peta isoseismal	38
2.6	Peta risiko gempa bumi	39
2.7	Peta seismik	39
2.8	Aliran kerja penghasilan senario relatif coseismic peta tanah runtuh untuk ancaman bahaya gempa bumi	40
3.1	Carta alir kajian	44
3.2	Carta alir analisis data parameter-parameter risiko gempa bumi	46
3.3	Carta alir penghasilan peta ancaman	57
3.4	Carta alir penghasilan peta kerentanan ekonomi	57
3.5	Carta alir penghasilan peta kerentanan fizikal	58
3.6	Carta alir penghasilan peta kerentanan sosial	58
3.7	Carta alir analisis peta kerentanan	58
3.8	Carta alir penghasilan peta kapasiti	59
3.9	Raster calculator yang digunakan untuk mengira tahap risiko	60
3.10	Carta alir penghasilan peta risiko gempa bumi	60
3.11	Tools <i>raster calculator</i> berserta formula	61
4.1	Peta PGA gempa bumi	64
4.2	Peta ancaman gempa bumi di Sabah	67
4.3	Peta parameter untuk menghasilkan peta kerentanan ekonomi	72



PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH
 UNIVERSITI TUN HUSSEIN RONGGOK (UTHM)

4.4	Peta kerentanan ekonomi gempa bumi di Sabah	73
4.5	Peta kerentanan fizikal rumah di Sabah	76
4.6	Peta kerentanan kemudahan awam gempa bumi di Sabah	74
4.7	Gabungan peta untuk menghasilkan peta kerentanan fizikal	80
4.8	Peta kerentanan fizikal gempa bumi di Sabah	81
4.9	Peta parameter untuk menghasilkan peta kerentanan sosial	87
4.10	Peta kerentanan sosial di Sabah	88
4.11	Gabungan peta untuk menghasilkan peta kerentanan	90
4.12	Peta kerentanan gempa bumi di Sabah	91
4.13	Peta kapasiti gempa bumi di Sabah	94
4.14	Gabungan peta untuk menghasilkan peta risiko gempa bumi	97
4.15	Peta risiko gempa bumi di Sabah	99



SENARAI SIMBOL/SINGKATAN/TATANAMA/ISTILAH

GIS	- <i>Geographical Information System</i> (Sistem Maklumat Geografi)
USGS	- <i>United States Geological Survey</i>
IRIS	- <i>Incorporated Research Institute for Seismology</i>
MetMalaysia	- Jabatan Meteorologi Malaysia
PGA	- <i>Peak ground acceleration</i> (Pecutan puncak bumi)
JMG	- Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia
KDNK	- Keluaran Dalam Negara Kasar
HFA	- <i>Hyogo Frameworks for Actions</i> (Kerangka Aksi Hyogo)
NGO	- Pertubuhan Bukan Kerajaan
PLANMalaysia	- Jabatan Perancangan Bandar dan Desa
NADMA	- Agensi Pengurusan Bencana Negara
Natech	- <i>Natural Hazard Triggering Technological Disasters</i>
MMI	- <i>Modified Mercalli Intensity</i>
ASM	- Akademi Sains Malaysia
MOSTI	- Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi



PTA UTHM
BERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

SENARAI LAMPIRAN

- A Senarai kejadian gempa bumi di Sabah
- B Penyediaan Peta Ancaman
- C Penyediaan Peta Kerentanan
- D Penyediaan Peta Kapasiti



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kejadian gempa bumi bermagnitud 5.9 skala richter yang berlaku di Ranau, Sabah pada tahun 2015 telah memberikan impak yang besar kepada penduduk di Sabah. Berdasarkan sesi soal jawab Astro Awani bersama Profesor Dr. Felix Tongkul, Pakar Geologi daripada Universiti Malaysia Sabah (UMS), beliau menyatakan bahawa kejadian gempa bumi yang berlaku di Ranau tersebut berkait rapat dengan sesar yang bergerak aktif. Sesar ini bergerak aktif kerana Sabah menerima tenaga mampatan dari interaksi tiga plat utama iaitu Plat Eurasia, Plat Filipina-Pasifik dan Plat Australia. Menurut Abas (2001), Sabah terletak di tenggara Plat Eurasia manakala di sebelah timur Sabah pula terdapat Plat Filipina-Pasifik yang mana plat ini bergerak sekitar 10cm setahun dan akan bertembung dengan Plat Eurasia tersebut. Di sebelah selatan Sabah pula terdapat Plat Australia yang bergerak dengan kelajuan sekitar 7cm setahun. Oleh itu, daripada pergerakan plat-plat ini telah menyebabkan wujudnya sempadan pertembungan yang paling aktif dan tidak stabil. Di samping itu, sempadan pertembungan ini juga boleh menyebabkan gempa bumi bermagnitud 8 skala richter boleh terjadi. Ini kerana Sabah masih boleh menerima tenaga mampatan walaupun ia terletak sekitar 1000km dari jalur pertembungan plat.

Berdasarkan bencana dan fenomena alam yang telah berlaku, gempa bumi merupakan salah satu kejadian yang telah mengakibatkan terjadinya kerosakan yang besar. Contohnya, di Hungary, penentuan risiko gempa bumi telah menjadi sangat penting walaupun ianya jarang berlaku iaitu sekali setiap 40-50 tahun dengan magnitud lebih daripada 5 skala richter (Gribovszki, 2005). Penentuan risiko gempa

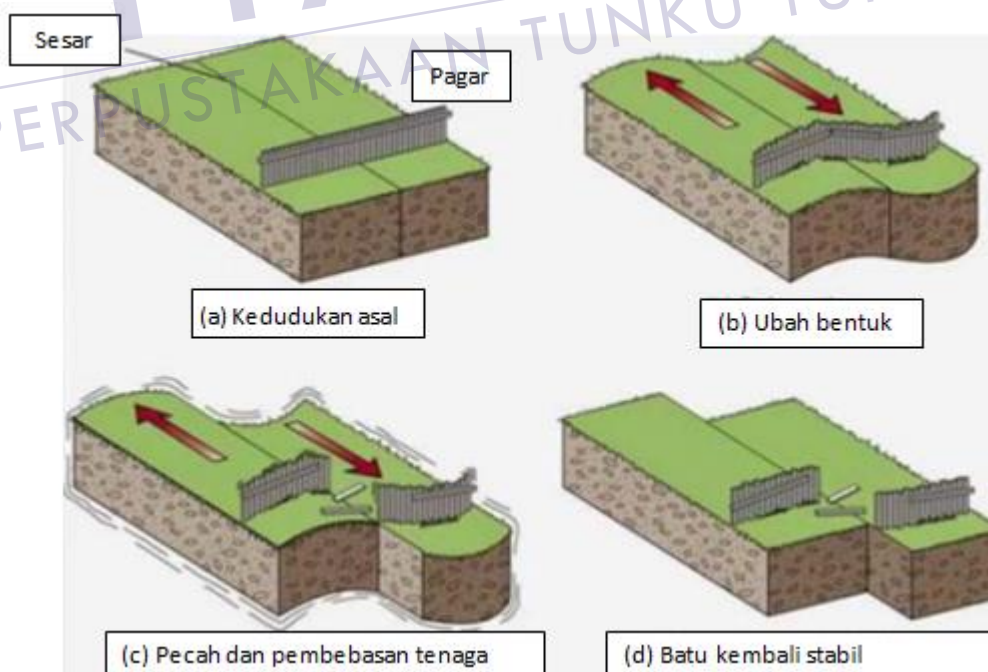
bumi ini menjadi sangat penting kerana berlakunya peningkatan populasi yang jauh lebih banyak dari sebelum ini. Selain itu, penentuan risiko gempa bumi ini juga sangat penting untuk proses pembinaan semula kemudahan yang rosak akibat daripada bencana yang telah berlaku. Oleh yang demikian, penentuan risiko gempa bumi sangat penting untuk difahami.

Menurut Romano (2009), kejadian gempa bumi yang telah berlaku menunjukkan demonstrasi bahawa bumi merupakan sistem yang berubah-ubah serta sering menjadi punca tragedi kepada manusia dan kerosakan infrastruktur yang besar. Ia telah terbukti semasa tiba-tiba berlakunya gempa bumi dan tsunami Sumatra yang besar pada tahun 2004 iaitu dengan lebih daripada 200,000 kematian dan beratus-ratus penempatan pantai musnah. Oleh itu, dengan pengetahuan yang mendalam mengenai ilmu seismologi dan fenomena fizikal bumi, ia boleh membantu untuk mencegah atau sekurang-kurangnya mengurangkan kesan bencana pada masa hadapan sama ada dari segi nyawa, harta benda mahupun wang ringgit. Hal ini boleh diatasi dengan menganggarkan risiko gempa ataupun melalui sistem amaran awal.

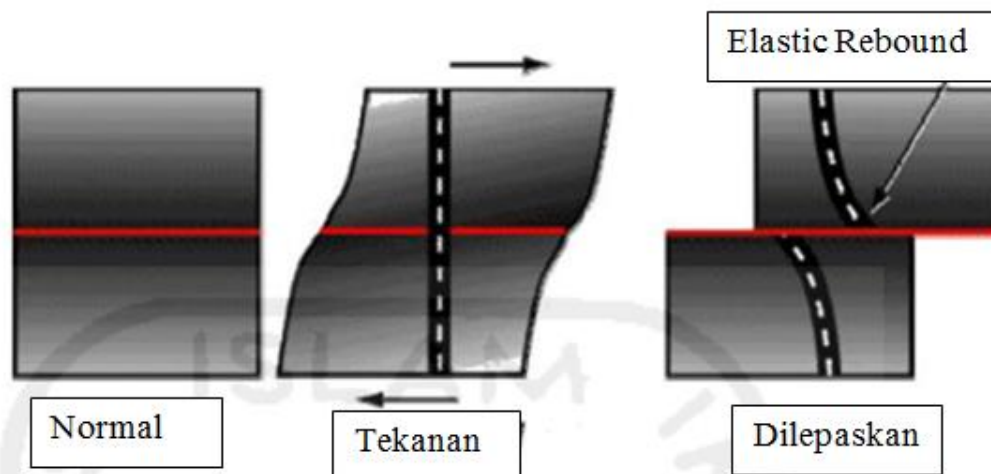
Secara umumnya, kerosakan yang terjadi secara langsung terhadap persekitaran selepas berlakunya gempa bumi perlu diambil kira ciri-ciri sekitarnya seperti keadaan tanah, keadaan bangunan, kawasan terbuka, nisbah rintangan api bangunan, nisbah bangunan ke tanah dan lain-lain (Lee et al., 2000). Oleh yang demikian, pemodelan sumber gempa bumi atau model seismotektonik diperlukan sebagai data penghubung antara gempa bumi dengan model pengiraan yang digunakan dalam menentukan tahap risiko gempa bumi (Susilo & Adnan, 2013).

Gribovszki (2005) pula menyatakan bahawa dalam usaha untuk menentukan risiko gempa, ilmu mengenai ciri-ciri zon *seismogenic* di sekitar kawasan kajian perlu diketahui dengan mengambil kira saiz dan kekerapan gempa bumi yang mungkin berlaku. Setiap maklumat kejadian gempa bumi iaitu gelombang seismik dicatat dan direkod di dalam seismograf. Rakaman gelombang seismik tersebut disebut sebagai seismogram. Parameter gempa bumi pula didapati setelah melalui proses pengumpulan, pengolahan dan analisis. Parameter gempa bumi ini terdiri daripada waktu kejadian, lokasi *epicenter*, kedalaman sumber gempa bumi dan magnitud gempa.

Kejadian gempa bumi ditentukan dengan mengetahui mekanisme gempa bumi tersebut. Mekanisme gempa bumi ialah dua daya yang bertindak dalam arah yang berlawanan pada kerak bumi. Batu pada kerak bumi tersebut akan berubah bentuk kerana batu mempunyai sifat elastik. Sekiranya daya bertindak ke atas batu dalam tempoh waktu yang lama dan berterusan, maka lama-kelamaan daya galas batu tersebut akan mencapai had maksimum dan pergeseran akan mula berlaku. Akibatnya, batu akan pecah secara tiba-tiba di sepanjang garisan sesar. Rajah 1.1 menunjukkan batu kembali stabil tetapi telah mengalami perubahan bentuk dan kedudukan. Apabila batu mengalami pergerakan secara tiba-tiba kerana pergeseran, tenaga tekanan yang tersimpan dilepaskan dalam bentuk gegaran yang dikenali sebagai gempa bumi. Rajah 1.2 pula menunjukkan proses deformasi batuan yang menyebabkan terjadinya gempa bumi. Garisan putus-putus adalah garisan yang menunjukkan kedudukan batu sebelum dan selepas tindak balas daya galas batu. Garisan merah pula ialah proses deformasi batuan yang menyebabkan terjadinya gempa bumi (Sungkowo, 2016). Oleh itu, dengan mengetahui proses mekanisme yang menyebabkan gempa bumi ini dapat membantu semasa proses membuat anggaran risiko gempa bumi dengan lebih tepat lagi.



Rajah 1.1: Batu kembali stabil tetapi telah mengalami perubahan bentuk dan kedudukan



Rajah 1. 2: Proses deformasi batuan yang menyebabkan terjadinya gempa bumi

Kerosakan yang teruk kesan daripada berlakunya gempa bumi bukan semata-mata disebabkan oleh magnitud yang besar tetapi tahap kerosakan gempa bumi juga bergantung kepada saiz fizikal gempa, faktor-faktor lain seperti di mana dan bila gempa tersebut berlaku, kepadatan penduduk di kawasan berkenaan dan kesan sekunder apabila berlakunya gempa bumi (Abas, 2001). Menurut Matusin et al., (2019) kesan primer merujuk kepada kesan secara terus yang berlaku selepas bencana. Bagi kes gempa bumi Ranau kesan primer melibatkan kerosakan dari segi infrastruktur awam dan alam semula jadi. Susulan daripada kesan primer tersebut wujud kesan sekunder gempa seperti tanah runtuh dan banjir lumpur, terputus bekalan air bersih, ketakutan penduduk tempatan dan akhirnya kedatangan pelancong merudum. Oleh yang demikian, semasa gempa bumi berlaku PLANMalaysia dan NADMA perlu bersiap sedia dalam usaha untuk mendapatkan respons dari mangsa bagi mengurangkan kerosakan sekunder.

Hal ini menyebabkan perancangan kontingensi diperlukan iaitu perancangan kepada keadaan yang tidak menentu untuk mencegah situasi kritikal atau kecemasan berdasarkan kepada senario, tujuan dan penentuan tindakan teknikal. Menurut DeCapua & Bhaduri (2007), bencana boleh mempengaruhi bidang ekonomi dan sosial sesebuah negara. Kebanyakan negara-negara yang terlibat dengan tsunami adalah negara yang miskin dan kekurangan data dimana sepatutnya data tersebut amat berguna dalam menghasilkan peta yang lebih berkualiti. Di samping itu, masalah lain yang dikenalpasti adalah berkenaan dengan pertindihan data. Tanpa

komunikasi antara pertubuhan kemanusiaan tiada cara lain untuk mengetahui sama ada organisasi lain telah menghasilkan data tersebut ataupun tidak. Sebagaimana dilihat dalam taufan Katrina, birokrasi turut menjadi faktor halangan dari segi masa dan produktiviti data. Ini menunjukkan bahawa pengaruh politik juga menyebabkan akses ke data menjadi lebih sukar.

Menurut Abdulrahman (2014), GIS adalah satu sistem pemetaan komputer yang dibangunkan untuk merakam, menyimpan, menyoal, menganalisis, mengubahsuai dan memaparkan data spatial tentang tempat-tempat yang sedia ada di alam semesta. Selain itu, GIS juga boleh memaparkan semua jenis data dengan cara yang berbeza-beza seperti dalam bentuk jadual, carta dan peta berdasarkan kepada maklumat yang dimasukkan ke dalam sistem. Oleh itu, dalam kajian pemetaan risiko gempa bumi di Sabah ini, GIS dipilih kerana ia berfungsi sebagai alat pengkomputeran berprestasi tinggi untuk pengurusan bencana dan kawalan.

1.2 Pernyataan masalah

Pengurusan gempa bumi amat penting sekali diberi perhatian terutamanya di Sabah kerana berdasarkan kepada sejarah rekod gempa, terdapat 3 tragedi gempa yang tidak di sangka-sangkakan telah berlaku di Sabah iaitu pada tahun 1966 gempa bermagnitud 5.3 skala richter, pada tahun 1991 gempa bermagnitud 5.2 skala richter dan pada tahun 2015 gempa bermagnitud 5.9 skala richter (Suleiman & Abdullah, 2015). Pada 8 Mac 2018, sekali lagi gempa bumi bermagnitud 5.2 skala richter telah berlaku pada jam 9.06 petang di Kundasang, Sabah. Pada masa sekarang, masalah besar yang wujud dalam usaha untuk mencegah dan menguruskan bencana adalah ketepatan peta kerosakan yang tidak dinilai serta kekurangan piawaian pemetaan. Walaupun peta kerosakan ini menghadapi kekurangan piawaian pemetaan, tetapi pencapaiannya dari segi kualiti kartografi sangat tinggi dan pelbagai jenis peta yang dihasilkan telah berkembang dari semasa ke semasa. Perkembangan kualiti peta yang baik ini berubah sedikit demi sedikit sejak 10 tahun yang lalu. Hal ini disebabkan oleh peningkatan permintaan dari pelbagai pihak berkepentingan sebagai satu keperluan untuk mereka mendapatkan respons bencana dari pemetaan kerosakan tersebut (Kerle, 2010).

Penyelidikan mengenai penilaian risiko gempa bumi sebenarnya sangat penting untuk mengenalpasti tahap ancaman yang akan membantu dalam melakukan kajian risiko, perancangan guna tanah dan mengemaskini kod pembinaan (Araghi, 2015). Zon gempa bumi boleh digunakan untuk meningkatkan kesedaran mengenai risiko terutamanya dalam kalangan para perancang bencana. Selain itu, zon gempa bumi juga boleh membantu dalam merumuskan serta melaksanakan dasar dan langkah-langkah pengurangan risiko terutamanya dalam perancangan dan persediaan pra-bencana (Feng et al., 2008).

Oleh itu, pemetaan risiko bencana gempa bumi di Sabah diperlukan sebagai panduan kepada PLANMalaysia dan NADMA dalam menghadapi gempa pada masa akan datang. Penyusunan peta risiko bencana gempa bumi ini dapat disosialisasikan kepada masyarakat terhadap potensi bencana gempa bumi di Sabah. Kajian risiko bencana gempa bumi ini dilaksanakan dengan mengkaji dan memetakan tahap ancaman, tahap kerentanan dan tahap kapasiti gempa di Sabah. Ini kerana peta risiko gempa bumi dihasilkan dengan cara susun tindih peta ancaman, peta kerentanan dan peta kapasiti.

Oleh yang demikian, GIS digunakan dalam proses memetakan peta risiko gempa bumi kerana ia mampu untuk mengenalpasti dan meramal kawasan yang terkesan akibat daripada berlakunya gempa bumi. Selain itu, dengan data geospasial berdigit yang diperolehi segala maklumat tersebut boleh di masukkan ke dalam GIS untuk membuat jangkaan kawasan yang tidak sesuai untuk sesebuah pembinaan. Kawasan-kawasan yang berisiko berlakunya gempa bumi penting untuk diketahui terutamanya dalam bidang pembinaan agar faktor gegaran turut di ambil kira semasa proses rekabentuk dijalankan. Di samping itu, pemetaan peta risiko gempa bumi ini penting untuk dihasilkan bagi memudahkan PLANMalaysia dan NADMA dalam merangka pelan tindakan serta menjalankan tanggungjawab masing-masing agar kesan apabila berlakunya gempa bumi dapat dikurangkan.



1.3 Objektif kajian

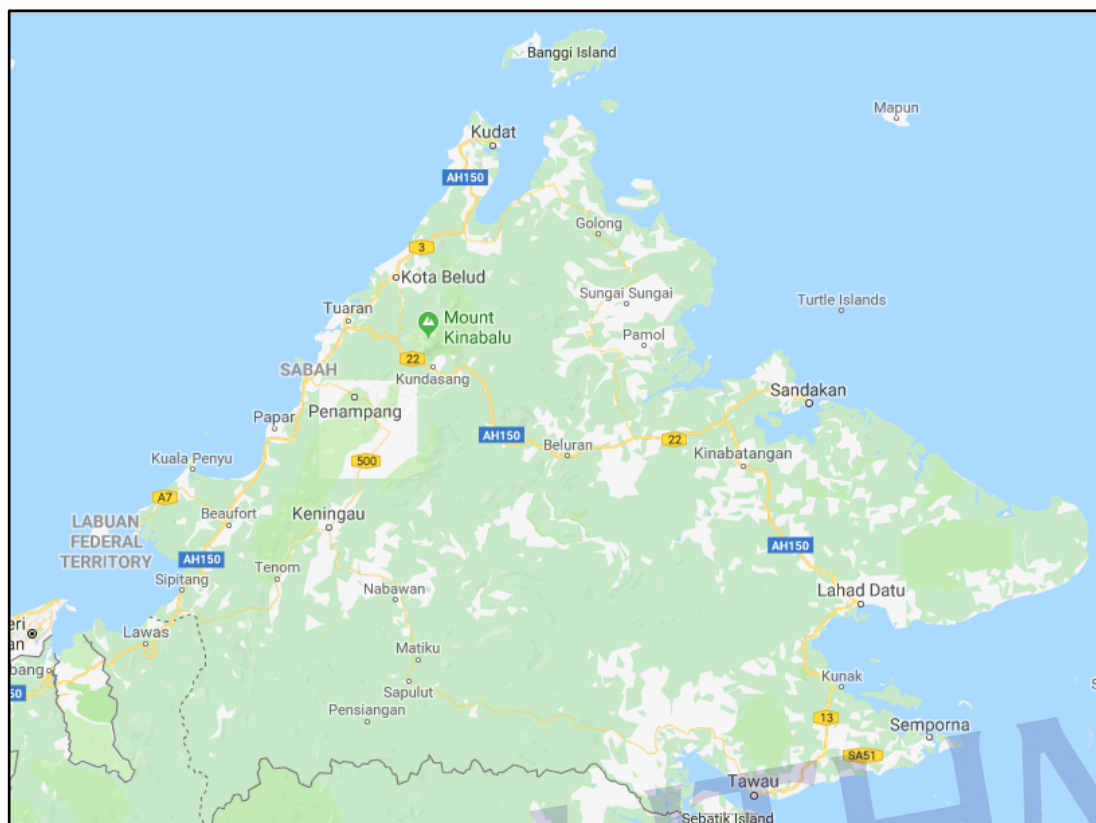
Pendekatan am terhadap penilaian risiko gempa bumi biasanya ke arah mengurangkan ketidakpastian pada pelbagai peringkat proses penyelidikan dengan mengumpulkan data secukupnya yang boleh dipercayai dan berkaitan (Araghi, 2015). Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk menganalisis dan menilai peta risiko gempa bumi di Sabah dengan menggunakan perisian GIS yang mengandungi data geospasial berdigit. Oleh itu, objektif yang telah dikenal pasti bagi memastikan tujuan kajian ini tercapai ialah:

- (a) Mengkaji, memahami dan menentukan parameter-parameter yang diperlukan untuk pemetaan risiko gempa bumi.
- (b) Mengintegrasikan data asas geospasial untuk menghasilkan parameter-parameter peta risiko gempa bumi.
- (c) Menghasilkan dan menganalisis peta risiko gempa bumi di Sabah.
- (d) Menilai peta risiko gempa bumi yang dihasilkan.

1.4 Skop kajian

Kajian ini dijalankan adalah untuk menganalisis dan menilai peta risiko gempa bumi di Sabah dengan menggunakan perisian GIS yang mengandungi data geospasial berdigit. Di samping itu, pemetaan risiko gempa bumi ini juga menerangkan tentang kawasan yang terkesan apabila berlakunya gempa bumi dengan terperinci. Untuk kajian ini, Sabah telah dipilih sebagai kawasan kajian kerana Sabah mempunyai *seismicity* sederhana berbanding dengan negeri lain yang mana mempunyai *seismicity* yang rendah. Selain itu juga, gempa bumi yang berlaku di Sabah merupakan gempa bumi terbesar berbanding negeri-negeri lain di Malaysia.

GIS digunakan dalam kajian ini kerana perisian ini boleh melakukan kerja-kerja analisis selain daripada memaparkan data geospasial berdigit. Pemetaan peta risiko gempa bumi ini dihasilkan adalah untuk memberikan maklumat mengenai kejadian gempa bumi kepada PLANMalaysia, NADMA dan agensi lain yang bertanggungjawab terhadap gempa bumi sebagai persediaan awal sekiranya berlaku gempa susulan. Rajah 1.2 menunjukkan lokasi kawasan kajian iaitu negeri Sabah.



Rajah 1.3: Lokasi kajian iaitu Negeri Sabah (Google Maps, 2020)

1.5 Kepentingan kajian

Pemetaan risiko gempa bumi adalah penting sebagai persiapan dan langkah berjaga-jaga jika berlakunya gempa susulan. Oleh itu, hasil kajian ini dijangka dapat memberikan sumbangan yang berguna kepada PLANMalaysia dan NADMA. Ini kerana peta risiko gempa bumi ini boleh digunakan sebagai panduan dalam merancang pelan keselamatan serta langkah-langkah untuk mewujudkan kesedaran di kalangan penduduk tempatan tentang faktor-faktor, punca, tanda-tanda dan sebagainya yang berkaitan dengan gempa bumi untuk memastikan kebajikan penduduk terjamin. Berdasarkan peta risiko gempa bumi ini, kawasan yang terkesan akibat daripada berlakunya gempa bumi juga dapat diketahui.

Kejadian gempa bumi telah menjadi kebimbangan kepada jurutera kerana dalam prosedur merekabentuk bangunan di Malaysia, faktor gempa bumi terhadap bangunan awam kurang diberi perhatian (Ismail et al., 2011). Walaupun Malaysia bukan sebahagian daripada negara yang termasuk di dalam kawasan Lingkaran Api

Pasifik namun Malaysia masih boleh merasai gegarannya kesan daripada gempa bumi di sekitar kawasan yang berhampiran (Basiron, 2014). Tahap risiko gempa bumi dan tsunami di Malaysia adalah rendah walaupun kedudukannya di kelilingi oleh dua negara yang paling aktif dari segi aktiviti seismik iaitu Indonesia dan Filipina (PLANMalaysia, 2018).

Hal ini menyebabkan Jabatan Meteorologi Malaysia (MetMalaysia) mengkaji dan menghasilkan standard berkenaan bahaya dan risiko gempa bumi dan tsunami di Malaysia yang diselaraskan oleh Akademi Sains Malaysia (ASM), agensi MOSTI. Kajian ini telah mengenalpasti keperluan MOSTI melalui Jabatan Standard Malaysia untuk mewujudkan standard bagi ciri-ciri reka bentuk struktur untuk rintangan gempa bumi termasuk di kawasan berisiko gempa bumi di negeri Sabah. Standard tersebut juga turut mengambilkira kejadian tsunami pada tahun 2004 dan gempa bumi yang berlaku di daerah Ranau pada bulan Jun 2015. Hasil daripada kajian tersebut, kod etika rekabentuk bangunan perlu mengikut Malaysia National Annex to eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1:General rules, seismic actions and rules for buildings PLANMalaysia, (2018) pada struktur yang akan dibina terutamanya di kawasan yang berisiko dan mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi. Oleh itu, peta risiko gempa bumi ini penting untuk memberikan maklumat kepada jurutera mengenai kawasan-kawasan yang berisiko tinggi terhadap gempa bumi.

Manakala untuk keselamatan jangka panjang dan untuk mengelakkan kerugian, perancangan pembangunan guna tanah di kawasan yang diramal berkemungkinan berlakunya gempa bumi boleh dielakkan daripada ia digunakan untuk projek-projek yang akan memberikan kerugian yang besar seperti penempatan, sebaliknya ia boleh digunakan sebagai tapak pertanian dengan menanam tanaman yang tidak terlalu merugikan. Masyarakat pula perlu didedahkan dengan latihan-latihan menjaga keselamatan diri sekiranya berlaku gempa bumi yang mana ia juga mampu meningkatkan kecekapan tenaga manusia ketika bencana melanda. Gempa bumi ialah gegaran bumi yang disebabkan oleh rekahan dan penganjakan sebahagian besar lapisan luar batuan bumi secara tiba-tiba (Harian, 2006). Kebanyakan gempa bumi terjadi di sepanjang sesar iaitu rekahan di dalam lapisan luar batuan bumi di mana bahagian batuan menggelongsor berulang kali melepasi antara satu sama lain.



RUJUKAN

- Abas, M. R. C. (2001). Earthquake Monitoring in Malaysia. In *Seismic Risk Seminar, Malaysia*.
- Abdulrahman, I. R. (2014). GIS as a High Performing Computing Tool for Disaster Management and Control: The Nigerian Challenges. *International Conference on Biological, Civil and Environmental Engineering (BCEE)*, 157–160.
- Al-Shuhail, A. A. (2002). *GIS Applications in Earthquakes Assessment*. CRP 514: GIS Term 021.
- Anil, E. B., Akinci, B., Garrett, J. H., & Kurc, O. (2016). Information Requirements for Earthquake Damage Assessment of Structural Walls. *Advanced Engineering Informatics*, 30(1), 54–64.
- Anzala, M., Fatimah, E., & Ismail, N. (2015). Kajian Pemetaan Kawasan Risiko Gempa Bumi di Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Ilmu Kebencanaan (JIKA)*, 2(1), 19–27.
- Araghi, N. N. (2015). *Probabilistic Seismic Hazard Analysis in Tehran and Adjacent Area*. Universiti Sains Malaysia: Tesis Ph.D.
- Basiron, N. F. M. (2014). *Pengurusan Bencana Gempa Bumi Menurut Perspektif Al-Quran dan Sains Moden*. Universiti Malaya: Tesis Sarjana.
- Burbidge, D. (2009). *Estimating of The Rate of Deformation of Australia for The National Earthquake Hazard Map*. Australia: Earthquake Hazard Project, Geospatial and Earth Monitoring Division.
- Burton, C., Keller, N., & Schneider, J. (2015). *Beyond Physical Risk: Looking Through a Socioeconomic Lens*. GEM Foundation.
- Careem, M., Bitner, D., & Silva, R. de. (2007). GIS Integration in The Sahana Disaster Management System. *Proceedings ISCRAM*, 211–218.
- Colella, H. V., Sit, S. M., Brudzinski, M. R., Graham, S. E., DeMets, C., Holtkamp, S. G., Skoumal, R. J., Ghouse, N., Cabral-Cano, E., Kostoglodov, V., & Arciniega-Ceballos, A. (2017). Seismicity Rate Increases Associated with Slow Slip Episodes Prior to The 2012 Mw 7.4 Ometepec Earthquake. *Earth and*



PITTAUTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

Planetary Science Letters, 464, 35–45.

- Darmawati, H., & M, T. A. K. (2015). *Pembuatan Peta Risiko Bencana Gempa Bumi Provinsi Aceh*. Teknik Geodes.
- DeCapua, C., & Bhaduri, B. (2007). *Applications of Geospatial Technology in International Disasters and During Hurricane Katrina*: Oak Ridge National Laboratory
- Desmonda, N. I., & Pamungkas, A. (2014). Penentuan Zona Kerentanan Bencana Gempa Bumi Tektonik di Kabupaten Malang Wilayah Selatan. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2), 107–112.
- Edy Irwansyah, S, I., Ikhsan, M., & Yoga, R. I. M. O. (2012). Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Zonasi Daerah Bahaya Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Bumi: Studi Kasus Pada Kota Banda Aceh Dan Sekitarnya. *Comtech*, 3(1), 645–653.
- Faisal, A., Majid, T. A., Ahmad, F., Tongkul, F., & Sari, S. M. (2011). Influence of Large Dam on Seismic Hazard in Low Seismic Region of Ulu Padas Area, Northern Borneo. *Natural Hazards*, 59(1), 237–269.
- Faisal, A., Majid, T. A., & Hatzigeorgiou, G. D. (2013). Investigation of Story Ductility Demands of Inelastic Concrete Frames Subjected to Repeated Earthquakes. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 44, 42–53.
- Feng, M., Feng, M. J., & Sheng, Z. W. (2008). Earthquake Disaster GIS and Spatial-Temporal Pattern of Earthquake Disasters in China. *14th World Conference on Earthquake Engineering (14WCEE)*.
- Gignoux, J., & Menéndez, M. (2016). Benefit in The Wake of Disaster: Long-run Effects of Earthquakes on Welfare in Rural Indonesia. *Journal of Development Economics*, 118, 26–44.
- Girgin, S., & Krausmann, E. (2012). Rapid Natech Risk Assessment and Mapping Tool for Earthquakes: RAPID-N. *Chemical Engineering Transactions*, 26, 93–98.
- Gribovszki, K. E. (2005). *Studying the Geophysical and Geological Environment of Earthquakes and Deterministic Seismic Hazard of Debrecen (Hungary) Using Geographic Information System Tools*. University of West Hungary: Tesis Ph.D.
- Harian, B. (2006). Punca Kejadian Gempa Bumi. *Ensiklopedia Dunia*, 5.
- Harith, N. S. H., Adnan, A., & Shoushtari, A. V. (2015). Seismic Hazard Assessment



of East Malaysia Region. *International Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, 2.

Harun, N. E. B. (2006). *Kajian Penentuan Kawasan Bukit Berisiko Menggunakan Sistem Maklumat Geografi (GIS)*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana.

Hasan, A. R. (2015). *Buku Tahunan Perangkaan Sabah*. Negeri Sabah: Jabatan Perangkaan Malaysia.

Hastuti, D. P. (2017). *Analisis Kerentanan Sosial Gempabumi di Kecamatan Gantiwarno Kabupaten Klaten*. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Tesis Sarjana.

Hua, A. K. (2015). Sistem Informasi Geografi (GIS): Pengenalan kepada Perspektif Komputer. *Geografia Online Malaysian Journal of Society and Space*, 11(1), 24–31.

Huang, F., Li, M., Ma, Y., Han, Y., Tian, L., Yan, W., & Li, X. (2017). Studies on Earthquake Precursors in China : A Review for Recent 50 years. *Geodesy and Geodynamics*, 8(1), 1–12.

Indan, E., Roslee, R., Tongkul, F., & Simon, N. (2018). *Earthquake Vulnerability Assessment (EVAS): Analysis of Environmental Vulnerability and Social Vulnerability in Ranau Area, Sabah, Malaysia*. 2(1), 24–28.

Irwansyah, E., Winarko, E., Rasjid, Z. E., & Becti, R. D. (2013). Earthquake Hazard Zonation Using Peak Ground Acceleration (PGA) Approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 423, 012067.

Ismail, R., Adnan, A., & Ibrahim, A. (2011). Vulnerability of Public Buildings in Sabah Subjected to Earthquake by Finite Element Modelling. *The 2nd International Building Control Conference*, 20, 54–60.

Kerle, N. (2010). Satellite-based damage mapping following the 2006 Indonesia earthquake-How accurate was it? *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12(6), 466–476.

Koh, H. L., Teh, S. Y., Majid, T. A., Lau, T. L., & Ahmad, F. (2012). Earthquake and Tsunami Research in USM: The Role of Disaster Research Nexus. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 20(1), 151–163.

Lee, K., Nakano, Y., Urakawa, G., Murakami, S., & Okada, T. (2000). Potential Seismic Risk Assessment of Urban Cities in Japan Considering Their Regional Characteristics. *Proc. 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand*, 1–8.

- Liu, H., Cui, X., Yuan, D., Wang, Z., Jin, J., & Wang, M. (2011). Study of Earthquake Disaster Population Risk Based on GIS A Case Study of Wenchuan Earthquake Region. *Procedia Environmental Sciences*, 11(Part C), 1084–1091.
- Maarif, S. (2012). *Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).
- Mahidin, M. U. (2019). *Buku Maklumat Perangkaan Malaysian*. Jabatan Perangkaan Malaysia.
- Matusin, A. M. R. A., Othman, N., Siwar, C., & Halim, S. A. (2019). Pelancongan Lestari Malaysia Mendepani Bencana Alam: Kes Gempa Bumi Ranau (2015). *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 3(1), 15–23.
- Motiram, B. H. (2014). *Earthquake Risk Assessment, Loss Estimation and Vulnerability Mapping for Dehradun City, India*. University of Twente, Enschede, The Netherlands: Tesis Sarjana.
- Novitasari, N. W., Nugraha, A. L., & Suprayogi, A. (2015). Pemetaan Multi Hazards Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(4), 181–190.
- Oktarina, R. (2009). Konseptual Perancangan Sistem Informasi Manajemen Logistik Penanggulangan Bencana (Simlog-Pb) Berbasis GIS (Geographic Information System) Di Indonesia. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, B16–B22.
- PLANMalaysia. (2018). *Garis Panduan Perancangan Pembangunan dan Pengurusan di Kawasan Berisiko Bencana Gempa Bumi*. Jabatan Perancangan Bandar Dan Desa. Kementerian Perumahan Dan Kerajaan Tempatan.
- Purnama, S. G. (2017). *Diktat Penerapan Manajemen Bencana Di Indonesia*. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana: Tesis Sarjana.
- Raj, J. K. (2007). Tsunami Threat to Coastal Areas of Sabah, East Malaysia. *Geological Society of Malaysia, Bulletin 53*, 51–57.
- Ramli, M. Z., & Torman, Z. (2011). *Pembelajaran melalui Pertandingan*. Pertandingan IDEERS, Taiwan. Universiti Teknologi Malaysia.
- Ratnasari, D. S. (2016). Pemetaan Risiko Bencana di Kota Bogor Tahun 2015 (Bencana Banjir, Tanah Longsor, Angin Puting Beliung, dan Kebakaran). *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 720–839.
- Robinson, T. R., Davies, T. R. H., Wilson, T. M., & Orchiston, C. (2016).



PTFAUTHM
PERPUSTAKAAN FUNKSIONAL AMINAH

Geomorphology Coseismic Landsliding Estimates for an Alpine Fault Earthquake and The Consequences for Erosion of The Southern Alps, New Zealand. *Geomorphology*, 263, 71–86.

Romano, F. (2009). *The Rupture Process of Recent Tsunamigenic Earthquakes by Geophysical Data Inversion*. Universita Degli Studi Di Bologna. Tesis Ph.D.

Roslee, R., Termizi, A. K., Indan, E., & Tongkul, F. (2018). *Earthquake Vulnerability Assessment (EVAs): A study of Physical Vulnerability Assessment in. 2*, 66–74.

Rysnawati, N. M., Sukarasa, I. K., & Paramarta, I. B. A. (2017). Analisa Tingkat Bahaya Dan Kerentanan Bencana Gempa Bumi Di Wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT). *Buletin Fisika*, 18(1), 32–37.

Sali, A., Zainal, D., Ahmad, N. H. T., & Omar, M. F. (2017). Satellite Application for Felt Earthquake Events in Sabah, Malaysia. *International Journal of Environmental Science and Development*, 8(2), 153–158.

Shahzad, S., & Sunardi, B. (2017). Indeks Bahaya Gempabumi; Studi Kasus Desa Pleret, Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Geofisika Indonesia*, 1(1), 1–6.

Shih, F.-J., Liao, Y.-C., Chan, S.-M., & Gau, M.-L. (2002). Taiwanese Nurses' Most Unforgettable Rescue Experiences in The Disaster Area After The 9-21 Earthquake in Taiwan. *International Journal of Nursing Studies*, 39, 195–206.

Sooria, S. Z., Sawada, S., & Goto, H. (2012). Proposal for Seismic Resistant Design in Malaysia : Assessment of Possible Ground Motions in Peninsular Malaysia. *Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*, 55, 81–94.

Suleiman, M., & Abdullah, N. S. Y. (2015). *Pelan Pengurusan Bencana*. Jabatan Kesihatan Negeri Sabah.

Sungkowo, A. (2016). *Studi Kerentanan Seismik dan Karakteristik Dinamik Tanah di Kota Yogyakarta dari Data Mikrotremor*. Universitas Islam Indonesia: Tesis Sarjana.

Susilo, A., & Adnan, Z. (2013). Probabilistic Seismic Hazard Analysis of East Java Region, Indonesia. *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, 5(3), 341–344.

Tyagunov, S., Grünthal, G., Wahlström, R., Stempniewski, L., & Zschau, J. (2006). Seismic Risk Mapping for Germany. *Natural Hazards and Earth System Science*, 6, 573–586.

Udono, T., & Sah, A. K. (2002). *Hazard Mapping and Vulnerability Assessment*.



PTTA UTHM
PEPUSIAKUAN TEKNIK DAN MINAH

Regional Workshop on Total Disaster Risk Management.

Walker, B. B., Taylor-Noonan, C., Tabbernor, A., McKinnon, T., Bal, H., Bradley, D., Schuurman, N., & Clague, J. J. (2014). A Multi-Criteria Evaluation Model of Earthquake Vulnerability in Victoria, British Columbia. *Natural Hazards*, 74(2), 1209–1222.

Ware, J. (2007). *GIS for Earthquake*. GIS Best Practices.

Zaicenco, A., & Alkaz, V. (2009). GIS Application for the Assessment of Seismic Damage to Buildings. *Human and Societal Dynamics*, 52.

Zolkipli, Z. I. (2018). Malaysia bantu Sulawesi. *Berita Harian Online*, 29–30.



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH