

RANCANG BANGUN APLIKASI SI-GEMPA (SISTEM INFORMASI GEMPABUMI) BERBASIS GUI STASIUN GEOFISIKA TERNATE

Bayu Merdeka Tri Fristiyan Nanda¹, Andri Wijaya Bidang²

^{1,2} Stasiun Geofisika Ternate

Email : merdekabayu06@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika sebagai badan yang bertanggung jawab atas pelayanan informasi dan data Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. Hal tersebut telah diatur dalam UU No.31 Tahun 2009 mengenai Informasi Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. Oleh karena itu, BMKG memiliki peran yang sangat penting dalam penyebaran informasi MKG khususnya informasi gempabumi dan tsunami. Stasiun Geofisika Ternate sebagai UPT (Unit Pelaksana Teknis) perwakilan BMKG yang berada di wilayah Maluku Utara bertanggung jawab atas informasi MKG khususnya bidang gempabumi dan tsunami di Maluku Utara.

Di era teknologi ini, kebutuhan masyarakat dalam mendapatkan informasi terus meningkat seiring dengan luasnya fasilitas yang mendukung teknologi digital ini. Di tengah perkembangan tersebut BMKG terus memberikan inovasi dalam layanan kepada masyarakat. Layanan digital merupakan salah satu inovasi yang sedang dan terus dikembangkan sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam informasi MKG. Stasiun Geofisika Ternate memiliki tugas pokok dan fungsi bertanggung jawab sebagai penyedia informasi gempabumi dan tsunami di wilayah Maluku Utara. Dalam pelaksanaannya, Stasiun Geofisika Ternate wajib melaporkan dan menyebarkan informasi yang berkaitan tentang gempabumi dan tsunami kepada masyarakat di Maluku Utara. Informasi yang disajikan ke masyarakat berupa informasi dalam bentuk digital sehingga memudahkan pengirim maupun penerima informasi dalam akses informasi.

Untuk memenuhi kebutuhan layanan digital tersebut, BMKG Stasiun Geofisika Ternate menggunakan beberapa platform social media dalam penyebaran informasi. Ada beberapa social media yang digunakan seperti WhatsApp, Telegram, Facebook, Instagram, maupun website stasiun. Dengan banyaknya kebutuhan masyarakat mengenai informasi MKG khususnya gempabumi, Stasiun Geofisika Ternate dituntut lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi. Oleh karena itu dibutuhkan suatu system yang membantu dalam efisiensi layanan sehingga secara cepat dan tepat tersampaikan kepada masyarakat khususnya wilayah Maluku Utara. Selama ini, Stasiun Geofisika Ternate telah dapat secara efektif melaksanakan tugasnya dalam penyebaran informasi gempabumi kepada masyarakat. Akan tetapi, dalam pelaksanaannya masih belum efisien untuk menyebarluaskan informasi gempabumi kepada masyarakat. Selain itu, data yang akan disebarluaskan masih berupa database terpisah dan belum termanajemen dengan baik. Hal tersebut yang mendasari dibangunnya suatu sistem dalam bentuk aplikasi berbasis GUI ini dengan nama SI-Gempa (Sistem Informasi Gempabumi – Stasiun Geofisika Ternate). Aplikasi ini diharapkan berguna dalam melakukan diseminasi informasi gempabumi maupun pengolahan database secara terpadu dan lebih efisien.

II. METODE KERJA SISTEM

Dalam proses pembangunan sistem informasi pada aplikasi SI-Gempa secara umum dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python. Versi Python yang digunakan ialah Python versi 3.8.0. Selain Python, diperlukan *tools* ataupun perangkat lunak lainnya seperti Xampp yang digunakan sebagai database server dan GMT 6.0 untuk pemetaan. Perangkat lunak tambahan tersebut diperlukan dalam sebuah sistem karena Python tidak sepenuhnya menyediakan apa yang sistem perlukan, seperti database server hingga pemetaan. Selain itu, aplikasi SI-Gempa ini juga menggunakan GUI (*Graphic User Interface*) sehingga pengguna dapat secara interaktif dalam pengoperasiannya. Dalam proses pembuatan GUI diperlukan *tool* tambahan seperti Qt dan Qt Designer sebagai alat bantu dalam mendesain tampilan antarmukanya.

A. Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang paling mudah dipahami, karena memiliki sintaks yang mudah untuk diterapkan dalam logika berpikir (Bogdanchikov, dkk., 2013). Python digunakan sebagai bahasa pemrograman utama dalam pembangunan sistem informasi ini karena dianggap paling mudah serta *open source*. Selain mudah, Python juga lebih fleksibel dalam penggunaannya sehingga lebih mudah untuk diintegrasikan dengan *software* ataupun bahasa pemrograman lainnya. Pada proses pembangunan GUI aplikasi ini dibuat dengan bantuan *software* Qt Designer. Dengan bantuan *library* python, output dari *software* tersebut dapat diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman python.

Versi Python yang digunakan untuk membangun aplikasi ini menggunakan versi 3.8.0, dengan beberapa *library* tambahan sebagai alat bantu. *Library* tersebut digunakan karena pada dasarnya python merupakan bahasa pemrograman yang memakai *library* dalam mengolah atau mengerjakan suatu *task*. Pada aplikasi ini, digunakan beberapa *library* untuk membantu dalam pembangunannya. Sistem pada aplikasi ini dibangun secara kompleks dan melibatkan beberapa platform maupun *tools* untuk menyelesaikan permasalahan algoritma sehingga menjadi sederhana. Untuk menambahkan beberapa *library*, dibutuhkan pip python untuk menambahkan *library* python sebagai alat dalam menyelesaikan permasalahan yang digunakan pada sistem. Semua *library* tersebut memiliki perannya masing-masing dalam membantu pemrosesan atau pengolahan *task* dalam sistem. Berikut adalah beberapa *library* python yang digunakan:

1. PyQt5
2. Datetime
3. Python-Dateutil
4. Lxml
5. BeautifulSoup4
6. Requests
7. Pyperclip

B. MySQL Server

MySQL adalah software yang berfungsi untuk membuat, mengatur, dan mengelola database (Raharjo, 2011). Dalam pembuatan aplikasi yang kompleks dan dapat dijalankan secara dinamis, database sangatlah dibutuhkan untuk menyimpan berbagai data dalam bentuk informasi. Aplikasi SI-Gempa dibangun menggunakan server database sebagai tempat penyimpanan dan pengolahan

data. Data yang digunakan merupakan data yang banyak sehingga diperlukan suatu manajemen dalam pengolahannya. Aplikasi SI-Gempa menggunakan MySQL database server dalam penyimpanan dan pengolahannya. Dibantu dengan aplikasi *opensource* XamPP, database server dapat dibuat secara berdiri sendiri atau *standalone* dan didalamnya terdapat database server MySQL. Database server MySQL digunakan karena termasuk perangkat lunak *opensource*, selain itu MySQL juga lebih fleksibel dan mudah untuk diintegrasikan pada bahasa pemrograman tertentu khususnya python. Dalam pengolahan atau manajemen database MySQL diperlukan perintah SQL (*Structured Query Language*) yang diaplikasikan pada bahasa pemrograman python dengan bantuan *library* python. Perintah SQL membantu dalam mensortir, menghapus, menambah, maupun mengubah database sesuai dengan apa yang *user* perintahkan.

Untuk mempersiapkan database MySQL diperlukan skema database yang harus dibuat terlebih dahulu. Skema database diperlukan dalam memudahkan SQL melakukan manajemen data yang masif. Pada aplikasi SI-Gempa menggunakan 2 tabel pada MySQL, diantaranya ialah tabel data gempabumi dan tabel kota. Pada tabel data gempabumi berisikan parameter-parameter gempabumi dan tabel kota berisikan data lintang, bujur dan nama kota. Tabel gempabumi yang merupakan data utama pada aplikasi ini berisi beberapa parameter gempabumi dengan spesifikasi nama, jenis, dan tipe kolom pada Tabel 2.1. Sedangkan tabel kota berisi data koordinat dan nama kota (Tabel 2.2) yang berfungsi dalam perhitungan jarak episenter gempa ke kota terdekat.

#	Nama	Jenis	Penyortiran
<input type="checkbox"/> 1	Event ID 	varchar(50)	ascii_general_ci
<input type="checkbox"/> 2	Origin Date	date	
<input type="checkbox"/> 3	Origin Time	time	
<input type="checkbox"/> 4	Latitude	float	
<input type="checkbox"/> 5	Longitude	float	
<input type="checkbox"/> 6	Depth	float	
<input type="checkbox"/> 7	Magnitude	float	
<input type="checkbox"/> 8	Remark	varchar(150)	ascii_general_ci
<input type="checkbox"/> 9	Information	varchar(150)	ascii_general_ci

Tabel 2.1 Tabel struktur database gempabumi

#	Nama	Jenis	Penyortiran
<input type="checkbox"/> 1	ID 	int(11)	
<input type="checkbox"/> 2	kota	varchar(50)	ascii_general_ci
<input type="checkbox"/> 3	kota_lat	float	
<input type="checkbox"/> 4	kota_long	float	

Tabel 2.2 Tabel struktur database gempabumi

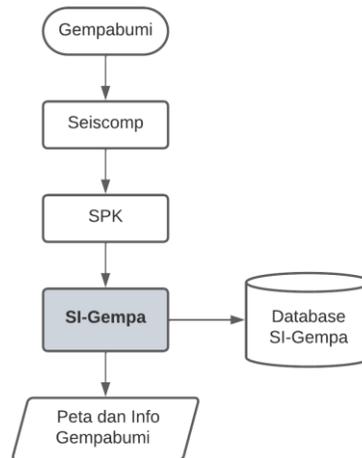
C. GMT (*Generic Mapping Tools*)

Dalam kebutuhan diseminasi informasi gempabumi, diperlukan pemetaan pada isi dari informasi tersebut. Aplikasi SI-Gempa diintegrasikan dengan GMT (*Generic Mapping Tools*) yang berperan dalam pemetaan informasi gempa. GMT merupakan *software* yang dapat memproses dataset xy maupun xyz sehingga dapat menampilkan suatu dataset peta. GMT dijalankan menggunakan perintah atau *command* sehingga perintah tersebut dapat disusun menjadi sebuah kode atau *script* yang dapat dijalankan secara simultan. *Software* GMT memiliki keunggulan utama yaitu termasuk perangkat lunak *opensource* dan sangat mudah dikembangkan maupun diintegrasikan pada bahasa pemrograman sehingga lebih fleksibel. Pada aplikasi SI-Gempa, *script* untuk menjalankan perintah GMT terpisah dengan *source code* dari aplikasi utama. Namun, untuk menjalankan *script* tersebut dikontrol dan diperintah oleh aplikasi dengan bantuan data yang diperoleh dari database MySQL sebagai data pendukung.

Terdapat dua macam pemetaan pada aplikasi SI-Gempa, yaitu pemetaan untuk diseminasi dan pemetaan seismisitas. Secara umum perbedaan dari pemetaan tersebut pada data dan *plotting* yang digunakan. Peta diseminasi menggunakan satu data parameter gempabumi, sedangkan peta seismisitas menggunakan banyak data gempabumi sesuai dengan rentang kriteria gempabumi yang diinginkan. Peta diseminasi digunakan untuk diseminasi informasi gempabumi terkini yang akan diteruskan kepada masyarakat ataupun *stakeholder*. Peta diseminasi secara umum berisi informasi parameter gempabumi terkini, seperti waktu *origin time*, lintang, bujur, kedalaman, magnitude, dan jarak episenter dengan kota terdekat. Sedangkan pada peta seismisitas berisi kumpulan dari beberapa gempa pada rentang waktu tertentu sesuai dengan perintah filter yang diberikan. Pada pemetaan aplikasi ini, menggunakan data dukung seperti *basemap*, template, nama dan koordinat kota sebagai informasi tambahan pada peta. *Basemap* atau peta dasar yang digunakan diunduh secara gratis pada situs BIG (<https://tanahair.indonesia.go.id/>) dengan format grid (xyz). Peta dasar tersebut yang digunakan pemetaan pada aplikasi ini, baik pemetaan untuk diseminasi maupun peta seismisitas.

D. Alur Sistem Kerja

Aplikasi SI-Gempa didesain sebagai aplikasi GUI interaktif yang dapat mempermudah pengguna dalam melakukan diseminasi maupun pengolahan gempabumi. Aplikasi ini memiliki keunggulan dalam efisiensi guna pengiriman atau diseminasi informasi gempabumi secara cepat. SI-Gempa menyederhanakan beberapa langkah yang dianggap cenderung lama sehingga memakan waktu dalam melakukan penyebaran informasi gempabumi. Dengan alur yang dimiliki oleh SI-Gempa diharapkan dapat mengefisiensi waktu dan kesalahan pengamat dalam melakukan diseminasi gempabumi. Berikut adalah alur kerja yang disajikan dalam diagram alir (Gambar 2.1) bagaimana aplikasi ini bekerja.



Gambar 2.1 Diagram alir sistem informasi gempabumi SI-Gempa

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

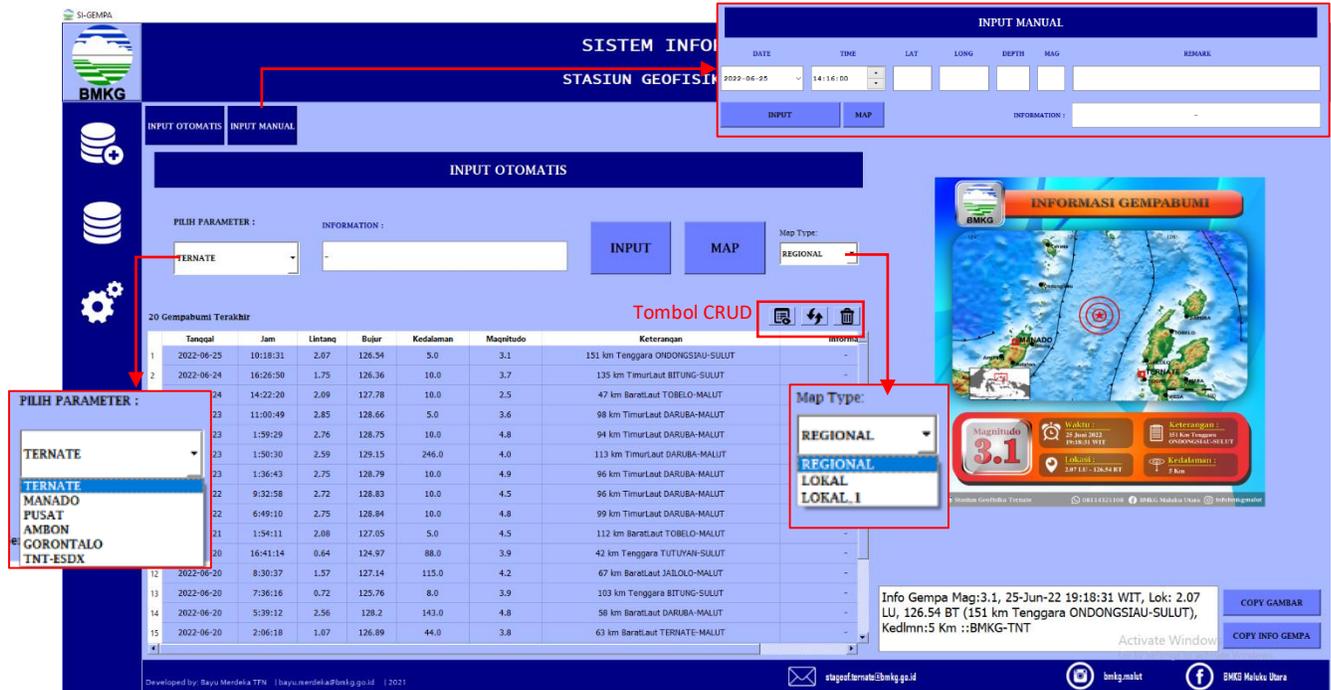
A. Instalasi Aplikasi SI-Gempa

Aplikasi SI-Gempa merupakan aplikasi interaktif berbasis GUI yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman python. Aplikasi ini dapat dipasang pada OS Windows 64-bit secara mudah dan dapat digunakan dengan pengaturan tertentu untuk menyesuaikan database yang ada. SI-Gempa dibangun menggunakan bahasa python telah di-*compile* dalam bentuk file .exe sehingga memudahkan pengguna dalam instalasinya. Selain *main program* diperlukan *software* pendukung yang harus terpasang yaitu GMT dan Xampp sebagai database server seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Struktur database juga harus disiapkan terlebih dahulu sebelum aplikasi digunakan, karena pada dasarnya aplikasi ini merupakan aplikasi database. Setelah struktur database telah dibuat, maka perlu dilakukan setting IP Host, user, password dan nama database pada aplikasi SI-Gempa, yaitu pada file koneksi.cnf pada folder SI-Gempa. Pengaturan tersebut diperlukan oleh aplikasi SI-Gempa dalam mengenali suatu database. Konfigurasi tersebut juga diperlukan ketika memiliki database server pada hosting website ataupun PC-Server sehingga SI-Gempa dapat dipasang di berbagai computer dengan hanya satu database server.

B. Tampilan GUI (Graphic User Interface) SI-Gempa

Pengguna aplikasi SI-Gempa yang berbasis GUI ini dapat secara interaktif digunakan karena terdapat beberapa fitur di dalamnya. Fitur tersebut berguna dalam diseminasi maupun pengolahan data gempabumi sehingga dapat dilakukan secara cepat. Ada 3 halaman utama pada aplikasi SI-Gempa yaitu halaman input dan diseminasi data gempabumi, halaman pemanggilan database gempabumi menggunakan filter rentang waktu, dan halaman input database kota. Berikut adalah tampilan halaman dari aplikasi SI-Gempa

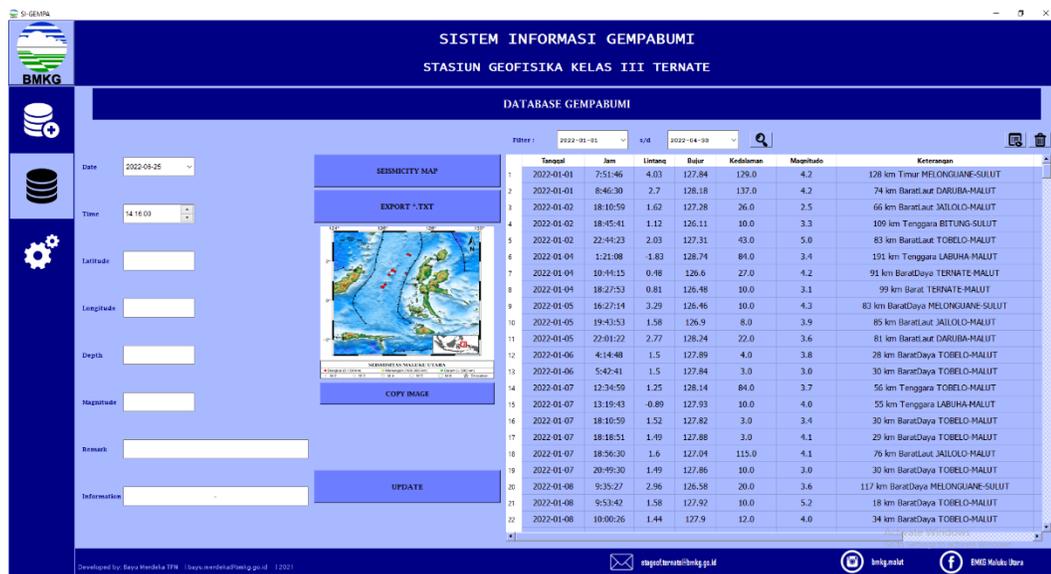
a. Halaman Input dan Diseminasi Gempabumi



Gambar 3.1 GUI Aplikasi SI-Gempa (Halaman input)

Pada halaman pertama yaitu input dan diseminasi gempabumi dapat dilihat terdapat beberapa tombol perintah, tabel, kolom hingga gambar peta. Hal tersebut memiliki fungsi dan perintah masing-masing sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan. Pada halaman ini memiliki fungsi utama dalam melakukan input dan pemetaan database yang difungsikan dalam melakukan diseminasi info gempabumi. Terdapat beberapa tombol ataupun perintah yang memudahkan pengguna dalam meneruskan informasi gempabumi ke platform social media.

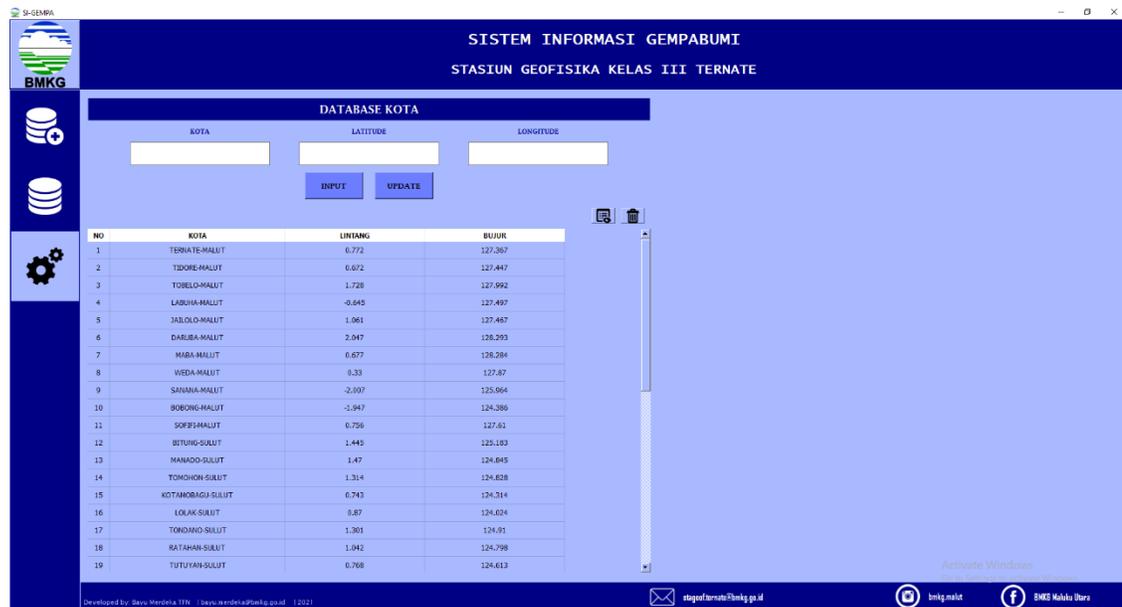
b. Halaman Pemilihan Database Gempabumi



Gambar 3.2 GUI Aplikasi SI-Gempa (Halaman database)

Pada halaman database, terdapat beberapa tombol maupun fitur yang memudahkan pengguna dalam memanggil data gempabumi dalam rentang waktu tertentu. Data gempabumi dipanggil pada database MySQL dengan kriteria filter waktu atau tanggal. Data tersebut juga dapat di-export melalui tombol export yang dapat digunakan untuk pembuatan laporan atau infografis gempabumi. Selain itu, terdapat perintah atau tombol untuk melakukan pemetaan seismisitas sebagai data dukung laporan

c. Halaman Input Database Kota



Gambar 3.3 GUI Aplikasi SI-Gempa (Halaman Input Database Kota)

Pada halaman input database kota merupakan halaman untuk menambahkan data koordinat kota/kabupaten. Secara umum data yang digunakan ialah nama, lintang dan bujur dari kota tersebut yang dapat diinput maupun dihapus pada halaman ini. Aplikasi SI-Gempa memerlukan data koordinat kota/kabupaten sebagai data dukung dalam perhitungan jarak episenter ke kota terdekat. Jarak dengan kota terdekat merupakan salah satu parameter dalam informasi gempabumi yang akan disebarluaskan ke masyarakat. Sehingga database ini perlu dan penting untuk dilakukan setting terlebih dahulu sebelum menggunakan aplikasi.

C. Implementasi Aplikasi SI-Gempa

Aplikasi berbasis GUI ini dapat diimplementasikan secara langsung dalam melakukan diseminasi informasi gempabumi. SI-Gempa didesain menggunakan beberapa fitur interaktif yang dapat memudahkan pengguna dalam menggunakan aplikasi. SI-Gempa memiliki peran yang penting dalam melakukan diseminasi informasi gempabumi sehingga dapat info gempa dapat diteruskan ke masyarakat secara cepat dan akurat. Pada UPT BMKG Stasiun Geofisika Ternate, alur informasi gempabumi dimulai dengan analisa gempabumi menggunakan aplikasi Seiscomp4. Ketika gempabumi terjadi, petugas observasi akan melakukan analisa data seismic menggunakan Seiscomp4 untuk mendapatkan parameter gempabumi. Setelah parameter gempabumi telah

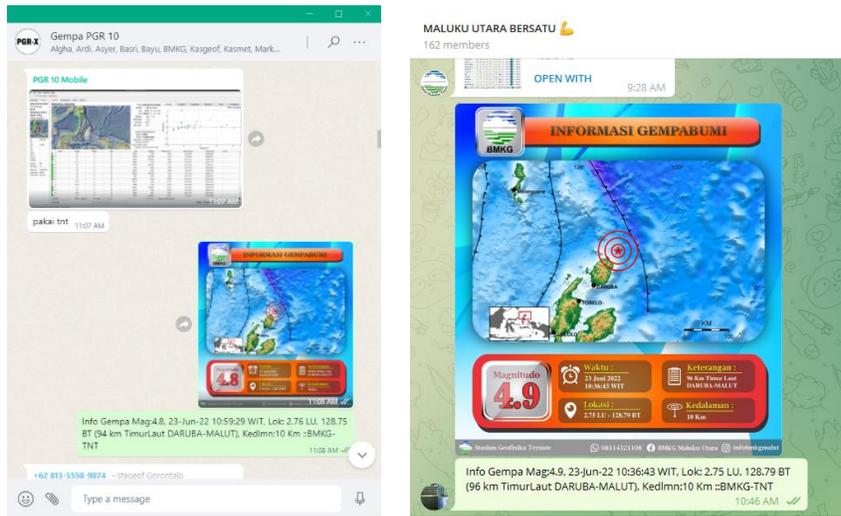
didapatkan, maka Seiscomp4 dapat diatur sehingga dapat secara mengirimkan secara otomatis pada SPK dan aplikasi SI-Gempa. Setelah itu, SPK akan menentukan parameter terbaik dari beberapa stasiun yang menganalisa gempabumi yang sama sehingga didapatkan satu parameter bersama. Selanjutnya SI-Gempa digunakan oleh petugas dalam melakukan input dan diseminasi informasi gempabumi yang akan diteruskan kepada masyarakat.

Pada aplikasi ini telah disematkan beberapa fitur otomatis, sehingga pengguna dapat secara cepat melakukan input data gempabumi ke dalam database serta melakukan diseminasi gempabumi. Secara umum aplikasi SI-Gempa dibagi menjadi 3 halaman yang memiliki fungsi dan kegunaan berbeda sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tiga halaman tersebut terdiri dari halaman input gempabumi, halaman database, dan halaman input kota.

Pada halaman input gempabumi terdapat beberapa fungsi yaitu untuk melakukan input data parameter gempabumi secara otomatis maupun manual ke dalam database SI-Gempa. Pada bagian tersebut merupakan suatu keunggulan dari aplikasi ini dibandingkan dengan metode sebelumnya. Pada metode diseminasi gempabumi sebelumnya, input parameter gempabumi seperti waktu OT, lintang, bujur, kedalaman, magnitude, hingga jarak dari kota terdekat dilakukan input secara manual sehingga memakan banyak waktu. Sedangkan menggunakan aplikasi SI-Gempa, input parameter dapat dilakukan secara otomatis yang selanjutnya disimpan pada database sehingga dapat lebih efisien. Fitur input otomatis tersebut menggunakan teknik *scrapping* pada website ESDX (*Earthquake Summary Data Exchange*) BMKG sesuai dengan parameter yang dipilih oleh SPK. Sedangkan fitur input manual pada aplikasi SI-Gempa berguna sebagai *back-up* apabila parameter telah tertimpa di website ESDX, karena parameter pada website ESDX merupakan parameter gempabumi terakhir dan tidak tersimpan pada database.

Setelah parameter tersimpan pada database SI-Gempa, maka dilakukan pemetaan yang digunakan untuk diseminasi informasi gempabumi. Dengan bantuan *software* GMT dapat dilakukan pemetaan secara cepat dan otomatis sehingga dapat memudahkan pengguna dalam melakukan diseminasi info gempabumi. Perintah pemetaan untuk peta informasi gempabumi dapat dijalankan ketika input parameter telah dilakukan. Hal tersebut dikarenakan peta informasi gempabumi mengambil data parameter gempabumi yang terakhir diinput. Parameter gempabumi disajikan dalam bentuk gambar infografis gempabumi terkini beserta peta episenternya. Selanjutnya parameter gempabumi beserta peta episenter telah dapat disebarakan melalui media social WhatsApp, Telegram, Facebook, dan Instagram. Untuk memudahkan penyebaran informasi tersebut, telah disediakan tombol copy parameter dan copy gambar yang dapat digunakan untuk memudahkan pengguna mengirim informasi ke berbagai *platform* social media (Gambar 3.4).

Selain fitur input database dan peta informasi gempabumi terkini, pada aplikasi SI-Gempa disediakan halaman database. Halaman database berfungsi sebagai pemanggilan database gempabumi dengan rentang waktu yang diberikan oleh pengguna. Selain itu, pada halaman database juga terdapat pemetaan seismisitas gempabumi sesuai dengan rentang waktu yang diberikan oleh pengguna. Pada pemanggilan database gempabumi, pengguna dapat melakukan filter rentang waktu sehingga dapat ditampilkan secara tabel pada aplikasi maupun dilakukan *export* ke dalam file excel ataupun teks. Fitur export digunakan untuk melihat maupun mengolah data gempabumi yang telah kita ambil dari database pada file excel. Selain itu fitur export juga dapat melakukan perhitungan statistik sederhana secara otomatis seperti data histogram maupun presentase magnitude dan kedalaman gempabumi seperti contoh pada Gambar 3.5. Fitur export ini dapat memudahkan pengguna untuk melakukan pelaporan bulanan gempabumi maupun pembuatan infografis mingguan.



Gambar 3.4 Diseminasi informasi gempabumi di Sosial Media

1 HISTOGRAM GEMPABUMI			
2 Tanggal	Jumlah		
3 4/1/2022	2		
4 4/2/2022	2		
5 4/3/2022	4		
6 4/4/2022	3		
7 4/5/2022	5		
8 4/6/2022	5		
9 4/7/2022	1		
10 TOTAL	22		
11 TOTAL DIRASAKAN	0		
12			
13 BERDASARKAN MAGNITUDO			
14 $M < 3$	2	9.10%	
15 $3 < M < 3$	19	86.40%	
16 $M > 5$	1	4.50%	
17			
18 BERDASARKAN KEDALAMAN			
19 < 60 KM	16	72.70%	
20 $60 - 300$ KM	6	27.30%	
21 > 300 KM	0	0.00%	
22			
23 BERDASARKAN WILAYAH			
24 HALMAHERA BAG. UTARA	2	9.10%	
25 HALMAHERA BAG. TIMUR	0	0.00%	
26 HALMAHERA BAG. BARAT	0	0.00%	
27 HALMAHERA BAG. SELATAN	2	9.10%	
28 KEP. SULA	1	4.50%	



Gambar 3.5 Hasil perhitungan statistik data gempabumi dan infografis gempabumi di instagram

Halaman terakhir pada sigempa merupakan halaman database kota/kabupaten yang perlu dilakukan input oleh pengguna. Database kabupaten maupun kota ini berisi nama dan koordinat kota seperti lintang dan bujur. Database kota diperlukan untuk melakukan perhitungan pada salah satu poin dari parameter gempabumi yang harus kita input dan sebarluaskan kepada masyarakat. Pada parameter gempabumi terdapat informasi jarak episenter dengan kota terdekat. SI-Gempa melakukan perhitungan tersebut menggunakan prinsip Bumi secara sferikal sehingga didapatkan jarak episenter dengan kota. Perhitungan tersebut memanfaatkan koordinat episenter dan koordinat

kota sehingga didapatkan jarak dalam satuan kilometer. Setelah dilakukan perhitungan jarak pada semua kota yang terdapat pada database, maka SI-Gempa akan memilih kota dengan jarak terdekat yang akan digunakan pada info gempabumi.

IV. KESIMPULAN

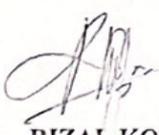
SI-Gempa merupakan aplikasi berbasis GUI yang dibuat untuk membantu pengguna dalam melakukan diseminasi informasi gempabumi di Stasiun Geofisika Ternate. Aplikasi tersebut dibangun menggunakan bahasa pemrograman python dan disimpan dalam database MySQL sehingga pemrosesan data lebih efisien. Terdapat beberapa kelebihan dalam aplikasi SI-Gempa terutama pada otomatisasi input dan pemetaan data gempabumi sehingga diseminasi informasi gempabumi dapat dilakukan secara cepat. Database gempabumi dapat dikelola menggunakan fitur yang ada pada SI-Gempa sehingga membantu pengguna dalam melakukan pelaporan data gempabumi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial, "Peta Per Wilayah Indonesia," tanahairindonesia, 2022. [Online]. Available:<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/download/perwilayah>. [Accessed: 08-Jun-2022].
- Bogdanchikov, A., Zhaparov, M. and Suliyev, R., 2013, April. Python to learn programming. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 423, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.
- Raharjo, B., 2011. Belajar otodidak membuat database menggunakan MySQL.
- Undang-Undang Nomor 31 Tentang Meteorologi, Klimatologi, Kualitas Udara, dan Geofisika
- Wessel, P., Luis, J.F., Uieda, L., Scharroo, R., Wobbe, F., Smith, W.H. and Tian, D., 2019. The generic mapping tools version 6. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 20(11), pp.5556-5564.

Ternate, 5 Juli 2022

Mengetahui,
Plh. Kepala Stasiun Geofisika Ternate


RIZAL KOTU, S.F.
NIP. 198604052008121002



Penulis:

1. Bayu Merdeka Tri FN, S.Tr
NIP. 199708162016011001
2. Andri Wijaya Bidang, S.Si, M.Si
NIP. 198503042007011001