

Penggunaan SCR Sebagai Alarm Peringatan Dini Pada Saat Terjadi Gempa Bumi

Zulkifli Bahri, Moranain Mungkin

Staff pengajar Prodi Teknik Elektro UMA

zulkifli_ftuma@yahoo.co.id; moranainmungkin@gmail.com

Abstrak

Gempa bumi adalah suatu peristiwa alam yang tidak dapat diprediksi kapan dan dimana akan terjadi. Gempa bumi dapat menimbulkan kerusakan di atas permukaan bumi seperti runtuhnya bangunan dan korban manusia. Manusia hanya dapat berusaha untuk mengurangi akibat yang ditimbulkan akibat gempa bumi, seperti membangun bangunan yang tahan gempa, membuat tanda-tanda peringatan dan juga memberikan edukasi tentang gempa bumi dan cara penyelamatan diri. Salah satu upaya manusia untuk mengurangi korban jiwa pada saat gempa bumi adalah dengan membuat alat peringatan dini yang akan mengeluarkan bunyi-bunyian saat terjadi gempa. Alat peringatan dini ini, ada yang bekerja secara mekanik dan ada juga yang bekerja dengan menggunakan komponen elektronika.

Kata kunci : Gempa bumi, peringatan dini, SCR

I. PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini sering didengar melalui media cetak maupun media elektronik telah terjadi gempa bumi baik di Indonesia maupun di luar negeri yang banyak menimbulkan kerusakan bangunan, harta benda bahkan mengambil korban jiwa manusia. Gempa bumi adalah suatu peristiwa alam yang tidak dapat diprediksi kapan dan di mana akan terjadi. Manusia hanya dapat memprediksi daerah-daerah yang rawan akan bencana gempa bumi.

Gempa bumi merupakan getaran akibat pergerakan yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi secara tiba-tiba. Pelepasan energi secara tiba-tiba menimbulkan gelombang seismik yang dapat merusak segala sesuatu di permukaan bumi, seperti bangunan, pohon-pohon, bahkan dapat menimbulkan korban jiwa. Gempa bumi belum dapat diprediksi kapan dan dimana terjadi walaupun pada saat ini teknologi semakin maju. Teknologi hanya dapat memetakan daerah rawan gempa, merancang bangunan tahan gempa dan manusia hanya dapat menentukan besarnya kekuatan gempa dengan alat *seismograph*. Gempa bumi dengan skala kecil, dibawah 3 SR tidak dapat dirasakan dan tidak menimbulkan kerusakan, tetapi bila gempa bumi besarnya mencapai 7 SR, sudah dapat dipastikan akan menimbulkan kerusakan. Tingkat kerusakan yang ditimbulkan, selain karena kekuatan gempa, juga diukur tingkat luas daerah yang berdampak akibat gempa. Pelepasan energi yang tiba-tiba pada saat gempa bumi diakibatkan adanya pergeseran lempeng bumi yang menghasilkan suatu tekanan.

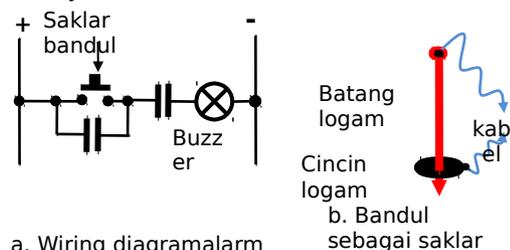
Selain itu gempa bumi juga bisa disebabkan oleh aktivitas gunung berapi yang masih aktif, pada saat proses erupsi. Gempa ini disebut gempa vulkanik. Kepulauan Indonesia termasuk daerah yang rawan gempa bumi, karena lokasinya yang berada di cincin api dunia dan banyak gunung

berapi yang masih aktif baik di darat ataupun di laut.

Untuk menghindari banyaknya korban jiwa, maka pemerintah membuat alat-alat peringatan dini saat terjadi gempa pada tempat-tempat tertentu seperti bunyi sirine. Alarm peringatan dini gempa bumi ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi masyarakat untuk melakukan evakuasi dan penyelamatan diri sehingga diharapkan mampu mengurangi dampak negatif dan kerugian akibat gempa bumi. Alarm peringatan dini gempa bumi menggunakan sedikit komponen elektronik dan dapat dijadikan sebagai hiasan rumah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada umumnya alarm peringatan dini saat terjadi gempa, bekerja berdasarkan sistem bandul matematis yang bekerja sebagai saklar normally open (NO). Pada saat tidak terjadi gempa bumi, saklar gempa bandul matematis dalam keadaan terbuka (OFF) dan pada saat terjadi gempa bandul akan bergetar/bergerak menyentuh kontak sehingga saklar dalam keadaan tertutup (ON) walaupun sesaat. Sebagai alat tambahan digunakan relay DPDT yang mempunyai kontak NO dan NC sehingga alarm akan berbunyi secara terus menerus. Alarm peringatan dini gempa bumi dengan menggunakan relay DPDT dapat dilihat pada Gambar 1. Pada saat kontak menutup, maka kontak NO akan menutup dan buzzer akan berbunyi secara terus menerus.



Gambar 1. Alarm peringatan dini gempa

Alarm peringatan dini gempa bumi yang dirancang ini menggunakan SCR sebagai saklar elektronik (*electronic switch*) sebagai pengganti saklar mekanik (relai). Keuntungan penggunaan saklar elektronik ini adalah :

- Lebih sensitif, bekerja lebih cepat.
- Tidak bersifat korosif
- Lebih hemat daya listrik

2.1 Silicon controlled ractifier (SCR)

Thyristor merupakan salah satu komponen semikonduktor yang banyak digunakan pada rangkaian power electronic (elektronika daya). Thyristor atau *silicon controlled rectifier* (SCR) dapat digunakan sebagai penyearah dimana arus bebannya (arus anoda ke katoda) dapat diatur melalui arus gate atau sudut penyalaan. Thyristor dapat ju-ga digunakan sebagai pengatur daya dan saklar elektronik (*electronic switch*). Keuntungan pemakaian SCR sebagai saklar dibandingkan dengan saklar mekanik::

1. Tidak menimbulkan busur api.
2. Tidak ada kontak yang aus karena terbakar

Simbol thyristor seperti pada Gambar 2.

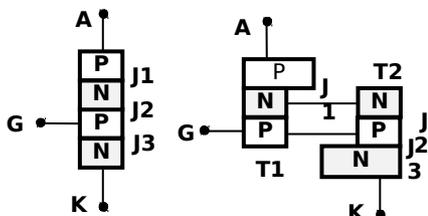


Sifat SCR sama seperti diode biasa yang hanya dapat melakukan arus dari anoda ke katoda (*forward bias*) dan dapat melakukan arus pada arah *reverse bias* (dari katoda ke anoda). Perbedaannya antara diode dengan SCR adalah SCR dapat melakukan arus setelah diberi arus gate I_G (*trigger*).

Gambar 2. Simbol thyristor

2.2 Prinsip kerja Silicon Controlled Rectifier (SCR)

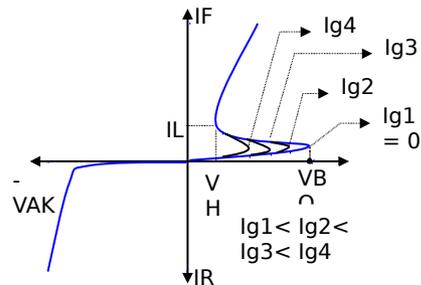
SCR terbentuk dari empat lapisan bahan semikonduktor yaitu PNPN yang dapat diekivalenkan dengan dua buah transistor PNP dan NPN, lihat Gambar 3. Thyristor mempunyai tiga buah elektroda yaitu anoda, katoda dan gate.



Gambar 3. Empat lapisan bahan semikonduktor pada thyristor

Bila anoda lebih positif dari katoda, junction J_1 dan J_3 dalam keadaan *forward bias*, sedangkan junction J_2 dalam keadaan *reverse bias*, sehingga pada saat tersebut hanya ada arus yang sangat kecil (*leakage current*) mengalir dari anoda ke katoda. Kondisi ini disebut dengan *forward blocking state* atau *off state* dan arus yang mengalir disebut dengan *off state current* (I_D).

Bila tegangan antara anoda dan katoda dinaikkan sampai batas tertentu, J_2 yang dalam keadaan *reverse bias* akan mengalami *breakdown* (tembus) dan tegangan pada saat tersebut dinamakan *forward breakdown voltage* (V_{BO}). Karena J_1 dan J_3 masih dalam keadaan *forward bias*, maka akan mengalir arus dari anoda ke katoda yang besar melintasi ketiga-tiga junction J_1 , J_2 dan J_3 . Pada saat tersebut SCR dalam keadaan *conducting state* atau *on state* (dalam keadaan konduksi). Tegangan antara anoda dan katoda menjadi kecil (± 1 Volt), atau menurun dari tegangan tembus yang cukup besar. Dalam keadaan *on state*, arus anoda-katoda tergantung pada arus beban (*impedansi beban*). Arus anoda-katoda harus lebih besar dari *latching current* (arus pengunci) I_L , untuk menjaga arus tetap mengalir melalui junction, atau dengan kata lain SCR akan kembali ke *blocking state* bila tegangan anoda-katoda diturunkan. Pada saat katoda lebih positif dari anoda, junction J_2 dalam keadaan *forward bias*, J_1 dan J_3 dalam keadaan *reverse bias*.

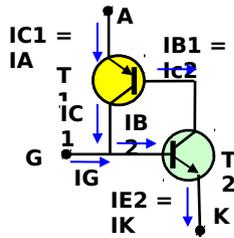


Gambar 4. Karakteristik SCR

Keadaan ini ekuivalen dengan dua buah diode yang terhubung seri dalam keadaan *reverse bias*. SCR disebut dalam keadaan *reverse blocking state* dan arus yang mengalir sangat kecil yang dinamakan *reverse current* I_R . SCR dapat dibuat konduksi dengan menaikkan tegangan hingga mencapai tegangan tembus. Hal ini tidak dilakukan karena dapat merusak SCR. Dalam prakteknya SCR dibuat konduksi di bawah tegangan tembusnya dengan cara memberikan tegangan positif terhadap katoda pada gate yang disebut arus gate atau arus trigger (I_G). SCR akan konduksi dengan memberikan arus gate. SCR akan tetap konduksi bila SCR diberi sumber DC, walaupun arus gate dihilangkan. Hal ini dapat dijelaskan dengan ana-lisa SCR dengan menggunakan dua transistor NPN dan PNP, lihat Gambar 5.

2.3. Analisa SCR dengan dua transistor

Untuk mempermudah analisa, SCR dapat dianggap sebagai dua buah transistor PNP dan NPN yang terhubung seperti pada Gambar 5. Misalkan SCR dalam keadaan *forward blocking state*. Base dan emiter transistor T₁ dalam keadaan *forward bias*, kolektor T₂ mendapat tegangan po-sitip, sehingga kedua transistor mendapat bias yang sesuai. Bila gate diberi tegangan positif, akan mengalir arus gate (I_G), yang menjadi arus base transistor T₂ (I_{B2}), akibatnya T₂ konduksi dan mengalir arus kolektor T₂ yaitu I_{C2}.



Gambar 5. Rangkaian ekuivalen SCR dengan 2 buah transistor

Arus kolektor I_{C2} menjadi arus base transistor T₁ yaitu I_{B1}. Akibatnya transistor T₁ konduksi dan menghasilkan arus kolektor transistor T₁ yaitu I_{C1}. Selanjutnya arus I_{C1} akan menjadi arus base transistor T₂ yaitu I_{B2}. Oleh karena itu walaupun arus gate hanya diberikan sesaat dan kemudian dihilangkan, SCR akan terus dalam keadaan konduksi.

2.4 Penyalaan SCR

SCR dapat dinyalakan (dibuat menjadi konduksi) dengan berbagai cara yaitu:

- a. Pemberian arus gate.
- b. Pemanasan (Thermal).
- c. Pemberian cahaya (LACSR).
- d. High Voltage (menaikkan tegangan A-K sampai tegangan tembus)
- e. Proses switching dv/dt

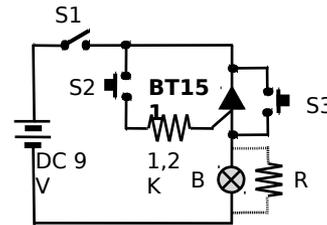
2.5 Pemadaman SCR

Seperti telah dijelaskan SCR yang berada dalam keadaan konduksi, akan tetap konduksi walaupun arus gate dihilangkan. Yang dimaksud dengan pemadaman SCR adalah membuat keadaan konduksi (ON) menjadi tidak konduksi (OFF). Komutasi merupakan proses pemadaman pada SCR. Jenis-jenis proses komutasi, yaitu:

- a. Komutasi alami (*Natural Commutation*), terjadi apabila SCR diberi sumber arus bolak balik
- b. Komutasi paksa (*Forced commutation*), dilakukan apabila SCR diberi sumber arus searah, dengan cara antara lain melepas sumber (*supply*) atau menghubungkan singkat antara A dan K sesaat.

III. PERENCANAAN ALARM PERINGATAN DINI GEMPA BUMI

Alarm peringatan dini yang dirancang ini menggunakan SCR sebagai saklar elektronik. Alasan penggunaan SCR ini adalah karena sifat SCR yang terus konduksi bila diberi sumber DC setelah diberi arus gate (I_G) sesaat. Penyalaan ini berdasarkan pemberian arus gate, dan karena SCR diberi sumber DC, maka SCR akan tetap konduksi walaupun arus gate dihilangkan (*off*). Skema rangkaian alarm peringatan dini gempa bumi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Alarm peringatan dini gempa bumi

Saklar S₁ berfungsi sebagai saklar untuk mengoperasikan peralatan dan juga berfungsi sebagai saklar reset. S₂ berfungsi memberikan arus trigger (arus gate). S₂ merupakan saklar bandul dimana bila terjadi getaran/goncangan akibat gempa, saklar S₂ akan menutup. Walaupun saklar S₂ hanya menutup sesaat, SCR akan konduksi. Bila buzzer hanya aktif (berbunyi) sesaat, hal ini disebabkan arus buzzer < dari arus pengunci (*latching current*) SCR. Latching current mengalir dari Anoda ke Katoda. Agar SCR tetap konduksi setelah ditrigger pada kondisi ini, maka ditambahkan resistor yang dipasang paralel dengan buzzer. Nilai resistor yang digunakan adalah:

$$R = \frac{V_s}{I_L - I_B}$$

Di mana:

- R : Resistor paralel terhadap buzzer
- I : Latching current
- V_s : Tegangan sumber

Besarnya *latching current* dapat dilihat pada data sheet SCR. Sebagai contoh, bila arus buzzer (I_B) pada tegangan 9 Volt adalah 20 mA, latching current 30 mA. I_B < I_L, maka buzzer tidak akan aktif secara kontinue walaupun telah diberi *trigger*. Selisih arus = 30 – 20 = 10 mA. Nilai resistor paralel terhadap buzzer adalah:

$$R = \frac{12 \text{ Volt}}{10 \text{ mA}} = 1,2 \text{ Kohm}$$

Nilai maksimum resistor paralel yang digunakan adalah 1,2 K

Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan menggantikan buzzer yang mempunyai arus yang

lebih besar ($I_B > I_H$) ataupun dengan menaikkan tegangan sumberoh

Untuk memadamkan (komutasi) SCR agar tidak konduksi, dilakukan secara komutasi paksa (*forced commutation*), dengan menekan tombol push ON S_3 sesaat. S_1 dipasang secara terpisah dari peralatan dengan menggunakan kabel fleksibel untuk menghindari goncangan pada saat setting alat.



Gambar 7. Contoh alarm peringatan dini gempa bumi

Untuk menghindari batang tembaga dari hembusan angin, batang tembaga diberi pelindung dari bahan transparant, sehingga posisi batang tembaga pada cincin logam dapat terlihat. Setelah peralatan ditempatkan pada posisi yang baik, maka dilakukan setting peralatan dilakukan dengan cara mengatur ketinggian 3 buah kaki dudukan (sistem sekrup), sehingga batang tembaga berada di tengah-tengah cincin logam. Pada saat setting peralatan, S_1 dalam keadaan OFF.



Gambar 8. Contoh alarm peringatan dini gempa bumi

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Walaupun alat peringatan dini gempa bumi ini dalam keadaan *standby*, batere dapat bertahan lama, karena pada saat kondisi *forward blocking state*, arus yang mengalir pada SCR sangat kecil.
2. Alarm ini lebih sensitif bila dibandingkan dengan menggunakan relay yang bekerja secara mekanis.
3. Kegagalan pada alarm yang menggunakan relay lebih besar dibandingkan dengan menggunakan *electronic switch* (SCR), karena relay memerlukan arus yang lebih besar dan juga kemungkinan terjadi korosi sistem me-kanis dan terminal kontak pada relay.

4.2 Saran-Saran

1. Alat peringatan dini ini diletakkan pada tempat yang tidak bergetar, misalnya pada dinding permanen
2. Melakukan test pada peralatan secara periodik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boyle, Robert L dan Loius Nashelky, 1999, *Electronic Devices and Circuit Theory*, Prentice Hall International, Inc. New Jersey.
- [2] Mothersheat, K., *Electronics Devices and System*, Mc. Graw Hill International New York, USA
- [3] Rashid, Muhammad Harunnur, 1998, *Power Electro-nics, Circuits Devices and Application*, Prentice Hall International Edition.
- [4] Schultz, Mithchel E., *Electronics Devices, A Text and Software Problems Manual*, Mc Graw Hill Publishing Company Ltd, New York
- [5] Theraja, B.L., 1988. *A Text Book of Electrical Technology*, S. Chand & Company Ltd, Ram Nagar, New Delhi.
- [6] <https://news.detik.com/read/2019/08/03/201549/46511362/10/bmkg-sedang-kembangkan-sistem-prakiraan-gempa-dengan-magnet-bumi>

- [7] <https://news.detik.com/berita/d-46513-62/utamakan-kecepatan-sebarkan-peringatan-dini-tsunami-ini-alasan-bmkg>