

PERAN GEOLOGI TEKNIK DAN ANALISIS KEWILAYAHAN DALAM GEOLOGI MILITER DI INDONESIA

Zufialdi Zakaria

Lab. Geologi Teknik, Jurusan Geologi, FMIPA, Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

Since ancient Chinese era to World-War 2, knowledge of geoscience hold important role in the military world. Landscape analysis (potency and constraint) for military is needed to evaluate enemy movement and its war equipments, to determining access of location rute, to mapping hydrogeology surface and underground for structural defence & military personnel and also for attack. Though Spot-5, Ikonos and Quickbird satellite images exist, but map of military geology is necessary to remaining surface material physical characteristic toward teritorial enemy and also to develop defence citadel. Map and scale of military geology based on engineering geology condition for need of military. Variation scale depend on needed, from big scale (most detailed) to small scale (regional).

In Indonesia, Indonesian Association of Geologist (IAG) both Geological Research and Development Center (GRDC) not had Unit of Military Geology yet. In America, Unit of Military Geology was formed since 1942. This unit duty is complie terrain intelligence, how troops can be move in land; finding of water, fuel, mineral and construction material, solving construction problem and base landing plane.

Keyword: Landscape analysis, engineering geology, military geology

ABSTRAK

Sejak era Cina Kuno sampai Perang Dunia-II, pengetahuan kebumihan (geosains) memegang peran penting dalam dunia militer. Analisis wilayah (potensi dan kendala) bagi keperluan militer diperlukan untuk mengevaluasi gerakan pasukan & perlengkapan perangnya, menentukan akses rute lokasi, memetakan hidrologi permukaan dan bawah permukaan bagi pertahanan struktur dan personil militer maupun untuk penyerangan. Meskipun citra satelit dari Spot-5, Ikonos maupun Quickbird telah ada, namun peta geologi militer tetap diperlukan untuk menyusun karakteristik fisik material permukaan ke teritorial musuh maupun untuk membangun kubu pertahanan. Skala dan peta geologi militer mengacu kepada kondisi geologi teknik bagi keperluan militer. Skala bervariasi tergantung keperluan, mulai skala besar (sangat detail) sampai skala kecil (regional).

Di Indonesia, Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI) maupun Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi belum mempunyai Unit Geologi Militer. Di Amerika, Unit Geologi Militer dibentuk sejak 1942. Tugas unit ini adalah menyusun terrain intelligence; bagaimana pasukan dapat bergerak di daratan; menemukan air, bahan bakar, mineral & bahan bangunan; membantu masalah konstruksi & landasan pesawat.

Kata kunci: Analisis wilayah, geologi teknik, geologi militer

PENDAHULUAN

Geologi adalah ilmu kebumihan yang mempelajari bumi berkaitan dengan *sumberdaya mineral & energi*, dan *sumberdaya lahan/kewilayahan*, serta *kebencanaan*. Secara umum, bumi kita menyimpan *potensi* sumberdaya yang menguntungkan sekaligus *kendala* yang merugikan berupa *kebencanaan*. Sumber daya yang menguntungkan terdiri atas mineral & energi (pemanfaatan material), dan

lahan/ kewilayahan (ruang/tempat pemanfaatan material beserta prasarananya).

Dalam pemanfaatan sumberdaya mineral & energi, diperlukan inventarisasi bahan galian seperti bahan logam maupun bahan energi (minyakbumi, batubara, bahan radioaktif). Pada pemanfaatan sumberdaya lahan/kewilayahan, diperlukan inventarisasi faktor pendukung yang perlu ditingkatkan dari suatu potensi wilayah, maupun faktor kendala (misalnya *kebencanaan geologi*) yang perlu

ditangani melalui pencegahan, stabilisasi, atau malah dihindari. Usaha pemanfaatan sumberdaya lahan secara optimal, memerlukan pengetahuan geologi dengan cabang ilmu spesifik yaitu *engineering geology* (geologi teknik), hidrogeologi dan geologi lingkungan.

Ilmu geologi beserta cabang-cabangnya merupakan satu kesatuan ilmu terapan yang dapat berkontribusi dengan ilmu-ilmu teknologi dan industri lainnya. Geologi sebagai *basic sciences* maupun *technology* berperan besar dalam interaksi dengan disiplin ilmu lain. Yang termasuk dalam kelompok kajian cabang geologi, antara lain: Geofisika, Geomorfologi, Geologi Struktur, Stratigrafi, Paleontologi, Geokimia, Mineralogi, Petrologi & Petro-grafi, Hidrogeologi, Geologi Ekonomi, Geologi Teknik, & Geologi Lingkungan.

Sesuai dengan kondisi perkembangan jaman, cabang ilmu geologi lebih berkembang, misalnya Geowisata, *City Geology*, *Petroleum Geology*, dan lain-lain, sedangkan peran geologi yang berhubungan dengan dunia militer, dikenal sebagai geologi militer (*military geology*).

Bumi, air dan kekayaan alam yang terkandung didalamnya adalah milik rakyat dan harus dipergunakan sebesar-besarnya bagi kemakmuran rakyat banyak (UUD 1945). Untuk itu potensi dan kendala kewilayahan Indonesia perlu diketahui lebih banyak dan lebih dikenal oleh bangsa Indonesia sendiri dibanding oleh bangsa lain. Dunia militer Indonesia tentunya juga sangat berkepentingan dalam memahami potensi dan kendala kewilayahan di Indonesia.

Peran geologi militer di Indonesia diawali dengan pembuatan peta-peta topografi. Sejak jaman Hindia Belanda, peta-peta topografi untuk keperluan militer disusun melalui *Geografische Dienst* (1850) dari Angkatan Laut, dan *Topografische Bureau en der Verkenningen* (1864) dari Angkatan Darat (Rais, 1980 dalam Kahar, 2000). Pada jaman Jepang ditangani

melalui *Sokuryo Kyoku*. Setelah Indonesia merdeka, peta topografi disusun melalui Jawatan Topografi Republik Indonesia di bawah Kementerian Pertahanan (26 April 1946). Pada tanggal 17 Juni 1950 namanya menjadi Jawatan Topografi Angkatan Darat Republik Indonesia (Dir. Top. TNI-AD, 1966, dalam Kahar, 2000). Pada jaman kemerdekaan pula dibentuk lembaga BAKORSURTANAL dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Kini telah terbit Peta Geologi Regional Indonesia dan Peta Geologi Teknik untuk beberapa daerah, namun Peta Geologi Militer belum pernah dibuat, padahal sangat dibutuhkan untuk menjaga negara kepulauan ini yang terdiri dari 17506 pulau seluas kira-kira 7,7 juta km².

Di perkumpulan ahli-ahli geologi, IAGI (Ikatan Ahli Geologi Indonesia) maupun di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, P3G, masih belum ada unit khusus yaitu Unit Geologi Militer. Berlainan dengan Amerika, USGS secara khusus mendirikan Unit Geologi Militer pada tahun 1942 (Leith, 2002). Akhir Perang Dunia II, unit ini mempekerjakan 250 *geologist* dan profesional lainnya, berkantor di Heidelberg dan Tokyo, menyusun *terrain intelligence*; bagaimana pasukan dapat bergerak di daratan; menemukan air, bahan bakar, mineral & bahan bangunan, membantu masalah konstruksi dan landasan pesawat.

Dari kajian di atas, maka didapatkan perumusan masalah sbb.: 1) Sejauhmanakah potensi dan kendala kewilayahan di Indonesia (secara geologi) dipahami oleh militer? 2) Perlukah Peta Geologi Militer di buat untuk keperluan militer Indonesia? 3) Perlukah dibentuk unit khusus untuk keperluan militer seperti Unit Geologi Militer yang telah dibentuk oleh negara lain?

Tinjauan Pustaka

Dalam sejarah China Kuno (475 SM-221 SM) dikenal adanya zaman

Warring State atau era negara berperang. Lebih 2500 tahun yang lalu, ahli strategi militer Cina klasik Soen Tzu (500 SM) menulis sebuah buku berjudul *Seni Berperang*. Dalam buku tersebut, terdapat satu bab khusus yang membahas tentang bentuk daerah berkaitan dengan strategi militer, antara lain celah sempit dan daerah bergunung-gunung (Caspar B. Weru, 1988). Dalam menyusun pertahanan dari serangan musuh, Tembok Besar Cina dibangun sejak masa Dinasti Ch'in (221-207 SM) dengan memanfaatkan kondisi *geologi* berupa pegunungan dan bahan bangunan di sekitarnya (Bowles, 1989).

Sekitar awal millenium pertama, Romawi sebagai kerajaan adidaya sering melakukan invasi ke berbagai negeri. Tidak semua invasi Romawi berhasil dengan gemilang. Salah satu kegagalannya adalah ketika invasi ke bangsa Jerman. Persenjataan Romawi yang berat dengan pasukan berbaju besi, *helmet*, perisai & pedang khas, telah menimbulkan kesulitan saat berperang dengan bangsa Jerman yang bersenjata lebih ringan terdiri atas pedang, tombak dan panah. Pertempuran di daerah rawa-rawa (kondisi geologi) dan hutan lebat menyebabkan kendaraan dan pasukan Romawi sulit bergerak. Kelemahan kondisi geologi berupa rawa-rawa ini merupakan *kendala* bagi Romawi dalam pertempuran tersebut, namun sebaliknya, bangsa Jerman memanfaatkannya sebagai bagian *potensi* pertahanan dari serangan musuh.

Geologi telah mendukung aktivitas militer Perancis pada saat Napoleon termasuk dua orang ahli geologinya, melakukan invasi ke Mesir tahun 1798. Sejak abad ke-18, geologi militer telah ditetapkan melalui *terrain intelligence* (kecerdasan wilayah): analisis dasar dari wilayah untuk penilaian gerakan pasukan dan perlengkapannya; penentuan akses rute lokasi; penemuan daerah persiapan dan bahan konstruksi; analisis kestabilan lereng dan karakteristik batuan; dan pemetaan hidrologi per-

mukaan & bawah permukaan. Selain itu, geologi militer diperlukan dalam mengidentifikasi kesesuaian tapak untuk landasan pesawat terbang, juga untuk menganalisis kondisi lingkungan batuan bawah permukaan setempat bagi pertahanan struktur dan personil militer maupun untuk penyerangan (Leith, 2002). Dalam berbagai peperangan, geologi militer memainkan peranan yang penting, antara lain dalam membuat terowongan, parit dan galian bawah tanah sebagai pertahanan maupun penyerangan, seperti pasukan Vietkong pada Perang Vietnam. Pada Perang Korea, informasi geologi sepanjang pantai Korea menjadi informasi penting bagi militer AS.

Dalam aksi militer Amerika dalam memerangi Al Qaeda di Afganistan, Militer Amerika membutuhkan *geologic intelligence* (kecerdasan geologi) untuk mengetahui lokasi dan karakteristik gua-gua, dan kekuatan terowongan dari bom-bom yang dijatuhkan Amerika. *US Geological Survey* memperkirakan terdapat lebih dari 10.000 gua alami dan buatan. Dalam pencarian Osama bin Laden, militer Amerika melibatkan ahli geologi forensik untuk menganalisis singkapan batuan yang terlihat hanya dari rekaman *videotape* (Leith, 2002). Geologi forensik didefinisikan sebagai aplikasi ilmu pengetahuan kebumih dalam bidang hukum, namun geologi forensik juga telah dimanfaatkan di dunia militer (Zakaria, 2003). Tahun 1944, Jepang menyerang Amerika dengan meluncurkan balon-balon berisi bom. Lebih dari 9.000 balon yang diluncurkan, hanya dua yang kembali ke Jepang. Pesawat tempur Amerika hanya menembak dua balon. Satu dari balon-balon tersebut menewaskan 5 orang Amerika. Ahli geologi angkatan darat cepat menyimpulkan bahwa pasir yang dipakai bukan dari Amerika Utara ataupun dari kawasan kepulauan Pasific. Jepang menjadi tersangka utama. Jepang menggunakan pasir pantainya sebagai pemberat. Ahli geologi meng-

identifikasi pasir begitu baik dengan menunjukkan salah satu lokasi pantai peluncuran bom (McPhee, 1998). Kejadian tersebut mengemukakan bahwa geologi forensik dapat terlibat di dunia militer.

Dalam serangan Amerika ke Irak (Perang Teluk II, 2003), salah satu kunci keberhasilan bombardir agresor adalah tersedianya peta-peta. Bom-bom pintar Amerika, dengan bimbingan satelit GPS (global positioning system) dari ketinggian ribuan meter, bisa tepat menghancurkan Istana Saddam Hussein. Sedikitnya ada tiga satelit sipil yang bisa memberi gambaran yang jelas tentang suatu wilayah, yaitu satelit Quickbird (Amerika, resolusi 70 cm), Ikonos-2 (Amerika, resolusi 1 m), dan Spot-5 (Perancis, resolusi 5 m). Sipil maupun militer dapat membeli citra satelit tersebut untuk berbagai keperluan melalui *download* via internet dan pembayaran via kartu kredit (*Gatra*, No. 30, 2003).

PEMBAHASAN

Wilayah Geologi Indonesia

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari 17506 pulau seluas kira-kira 7,7 juta km². Secara geologi, gugusan kepulauan Indonesia merupakan pertemuan lempeng-lempeng besar yang saling berinteraksi, yaitu lempeng Pasifik dan lempeng Australia (di bagian timur), serta Lempeng Eurasia dan Lempeng Hindia (di bagian barat). Hadirnya lempeng besar beserta lempeng yang lebih kecil (Lempeng Caroline dan Lempeng Laut Filipina) menyebabkan tatanan tektonik kepulauan Indonesia menjadi rumit (Hall, 1995, Gb. 1).

Tumbukan antar dua lempeng (lempeng samudera dan lempeng benua) menghasilkan morfologi khas diantaranya yaitu *trench*, berupa palung laut yang dalam (di selatan Jawa yang dikenal sebagai *Java Trench* atau Parit Jawa). Tumbukan lempeng benua dengan lempeng be-

nia menghasilkan pegunungan yang tinggi (seperti pegunungan Himalaya). Secara garis besar elemen-elemen struktur tektonik sekitar daerah tumbukan dua lempeng (contoh penampang P. Jawa) dapat dibagi menjadi beberapa daerah sebagai berikut: (1) Zona tumbukan dicirikan adanya parit/palung/*trench*; (2) *Fore arc basin* berupa cekungan antara zona tumbukan dengan busur magmatik. (3) *Magmatic arc* atau *volcanic arc* merupakan zona gunungapi; (4) *Back arc basin* berupa cekungan di belakang magmatic arc. Elemen struktur yang terletak diantara *fore-arc basin* dengan *trench* yang dikenal sebagai *trench-slope break outer high*, muncul sebagai pulau-pulau di sebelah barat Sumatera, diantaranya P. Nias. Berbeda dengan di Jawa dimana *trench-slope break* tidak muncul ke permukaan laut.

Pada kontak antara dua lempeng tersebut, dapat terbentuk zonasi-zonasi yang memiliki aspek manfaat dan aspek kendala (kebencanaan) dengan ciri-cirinya yang khas (Zakaria, 2004). Zonasi-zonasi akibat gejala tumbukan lempeng-lempeng dalam kerak bumi tersebut berupa:

- 1) *Zonasi gempa* : Gempa bumi dapat diperkirakan dimana dua *plate* tersebut kontak. Sabuk seismik yang aktif (*the active seismic belt*) dari bumi dapat digunakan untuk identifikasi batas-batas *plate*.
- 2) *Zonasi vulkanisme*: Gunungapi (volcano) banyak muncul di sekitar sabuk seismik yang aktif (*the active seismic belt*) dari bumi. Munculnya gunungapi dapat digunakan untuk identifikasi batas-batas *plate*.
- 3) *Zonasi magmatisme*: Magmatisme berkaitan erat dengan kontak dua buah lempeng dari kerak bumi. Retakan-retakan akan terbentuk sebagai hasil deformasi gaya-gaya yang bekerja. Retakan-retakan yang dalam merupakan daerah lemah sebagai jalan aliran magma ke permukaan bumi.

- 4) *Zonasi mineralisasi* : Sebagai akibat munculnya gejala magmatisme.
- 5) *Zonasi endapan hidrokarbon* : Tempat akumulasi minyak bumi & batubara.
- 6) *Zonasi gerakan tanah* : Selain sering terjadi gempa, pada daerah tumbukan dua lempeng biasanya struktur geologi banyak berkembang. Daerah ini merupakan daerah yang berkendala bagi pengembangan wilayah/lahan.

Dengan kondisi geologi yang khas tersebut, Indonesia kaya akan potensi sumberdaya alam dan sekaligus kaya akan kendala kewilayahan dengan adanya zona-zona kebencanaan geologi. Bumi, air dan kekayaan alam yang terkandung didalamnya merupakan potensi kekayaan negara dan harus dipergunakan sebesar-besarnya bagi kemakmuran rakyat banyak (UUD 1945). Untuk itu potensi dan kendala kewilayahan Indonesia perlu diketahui lebih banyak dan lebih dikenal tidak hanya oleh para saintis ilmu kebumiharian, tetapi juga oleh militer Indonesia guna bersama-sama menjaga untuk kepentingan bangsa Indonesia sendiri.

Pemanfaatan Peta

Dalam geologi militer, selain peta dasar topografi, peta geologi teknik mengambil peran yang sangat penting karena memberikan informasi karakteristik kwilayahan dengan mengungkapkan potensi dan kendala lahan/wilayah. Selama Perang Dunia I, ahli geologi militer yang bekerja di Perancis menyusun Peta Geologi Teknik yang pertama, menyusun karakteristik fisik material permukaan jauh ke teritorial musuh – informasi penting untuk membangun kubu pertahanan.

Peta Geologi Teknik memuat kondisi keteknikan dan karakteristik suatu wilayah dengan materialnya yang khas, misalnya wilayah dengan material tanah *swelling* atau wilayah

karst, misalnya, selain informasi-informasi penting lainnya seperti :

- 1) Nama unit geologi ekuivalen (nama secara geologi),
- 2) Deskripsi dan ketebalan batuan dan tanah,
- 3) Bentuk romaan seperti pengkekarangan dll.,
- 4) Bentuk topografi dan relief permukaan,
- 5) Tingkat pelapukan,
- 6) Drainase dan erosi,
- 7) Air tanah,
- 8) Fondasi,
- 9) Kestabilan lereng,
- 10) Kegempaan, dan keperluan lain yang dapat dimanfaatkan bagi pengenalan karakteristik kewilayahan (Legget, 1973).

Untuk itu bagi keperluan pengenalan atau identifikasi karakteristik kewilayahan yang lebih detail, diperlukan survey lapangan. Untuk pengenalan kondisi awal suatu wilayah, bisa dipelajari melalui citra satelit atau foto udara.

Peta Geologi Militer memanfaatkan Peta Geologi Teknik dengan tambahan istilah sesuai kepentingan militer. Di Indonesia, Peta Geologi Regional Indonesia telah diterbitkan dengan skala beragam. Pada umumnya peta geologi yang dipublikasi adalah Peta Geologi Bersistem dengan skala 1:100.000 atau lebih kecil lagi dengan nama lembar-lembar peta wilayah tertentu yang mencakup sekitarnya. Peta Geologi Teknik dan Peta Hidrogeologi sudah terbit untuk beberapa wilayah. Untuk keperluan Peta Geologi Militer skala regional, diperlukan data dari Peta Geologi, Peta Geologi Teknik, Peta Hidrogeologi, dan peta-peta lain yang telah diterbitkan ditambah dengan survey lapangan bagi daerah-daerah yang masih belum dipetakan aspek geologi teknik ataupun hidrogeologinya.

UNESCO mengemukakan tipe peta geologi teknik dengan skalanya sesuai keperluan (Dearman, 1991 dalam Zakaria, 2000) : (1) *Engineering type*, peta berskala lebih besar dari

1:5.000 memuat informasi sangat detail: sifat fisik-mekanik material juga jenis resiko dan kebencanaan geologi, seperti arah longsor, retakan tanah, kerusakan infrastruktur; (2) *Lithological type*, peta berskala 1:5.000 s.d. 1:10.000 memuat detail geologi yang menonjol dari uji geofisik, pemboran, sampling dan uji laboratorium; (3) *Engineering formation*, skala 1:10.000 s.d. 1:200.000 memuat hasil analisis formasi batuan dengan penyelidikan petrografi, geofisik, pemboran, dan sampling, dapat memanfaatkan *remote sensing*; (4) *Engineering groups*, peta berskala 1:200.000 atau lebih kecil, hanya sifat keteknikan geologi secara regional saja yang dipetakan. Pemetaan dapat memanfaatkan foto-udara atau citra satelit.

Citra Satelit

Dalam segi teknologi, Indonesia masih jauh tertinggal. Negara lain sudah memiliki satelit sipil maupun satelit mata-mata dengan resolusi tinggi. Kemampuan satelit sipil dari negara lain lebih dari cukup untuk keperluan militer. Walaupun tidak memiliki satelit, sebenarnya Indonesia bisa mendapatkan citra satelit dengan membeli dari pihak pengelola satelit tersebut.

Untuk pertahanan dan keamanan dalam militer, peta hasil satelit Quickbird, Ikonos ataupun Spot-5 dapat digunakan untuk 4 hal, yaitu:

- 1) Mengetahui kondisi awal morfologi wilayah, adanya gunung, lembah, sungai ataupun dataran.
- 2) Pengenalan morfologi wilayah detail dengan mengetahui karakteristik ketinggian, misalnya ketinggian gunung dan kedalaman lembah.
- 3) Mengetahui wilayah yang telah dikembangkan, misalnya adanya perkampungan, rumah, jalan, sawah, jembatan, dan sebagainya.
- 4) Mengetahui wilayah yang telah dikembangkan secara lebih detail, misalnya suatu wilayah terdapat

lahan, satelit bisa mengetahui jenis tanaman yang ditanami lahan tersebut.

Makin detail informasi yang dibutuhkan, makin tinggi resolusi yang dihasilkan satelit tersebut. Peta-peta satelit Quickbird, Ikonos ataupun Spot-5 bisa didapatkan melalui *download* via internet dan pembayaran via kartu kredit. Wilayah-wilayah penting dapat dipelajari oleh militer bersama-sama dengan ahli geologi untuk kepentingan bangsa Indonesia sendiri (*Gatra*, No. 30, Juni 2003).

Unit Geologi Militer dan Pendidikan Geologi bagi Militer

Di Indonesia terdapat organisasi IAGI (Ikatan Ahli Geologi Indonesia) yang sudah lama berdiri (1960), di dalamnya terdapat para ahli geologi dari berbagai cabang ilmu geologi. Indonesia juga mempunyai lembaga pemerintah sebagai Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, P3G (sebagai *Geological Survey of Indonesia*). Keberadaan Unit Geologi Militer yang bermanfaat bagi sipil maupun militer masih perlu diusulkan, demikian juga kursus-kursus/pelatihan geologi untuk keperluan militer masih perlu dikembangkan.

Unit Geologi Militer (seperti yang didirikan *USGS* secara khusus pada tahun 1942) dapat mempekerjakan para *geologist* dan profesional lainnya (bidang Sosial-Ekonomi-Budaya dan Hankam). Selain menyusun *terrain intelligence*, menyusun metode pergerakan pasukan darat; menemukan air, bahan bakar, mineral & bahan bangunan, membantu masalah konstruksi dan landasan pesawat dll., juga dapat dimanfaatkan dalam membantu jika terjadi bencana, baik bencana non geologi maupun bencana geologi. Melihat kejadian tsunami (tahun 2004) dan gempa (tahun 2005) di Aceh dan Sumut, dimana pada dua kejadian tersebut di atas, baik militer internasional maupun militer nasional lebih terampil,

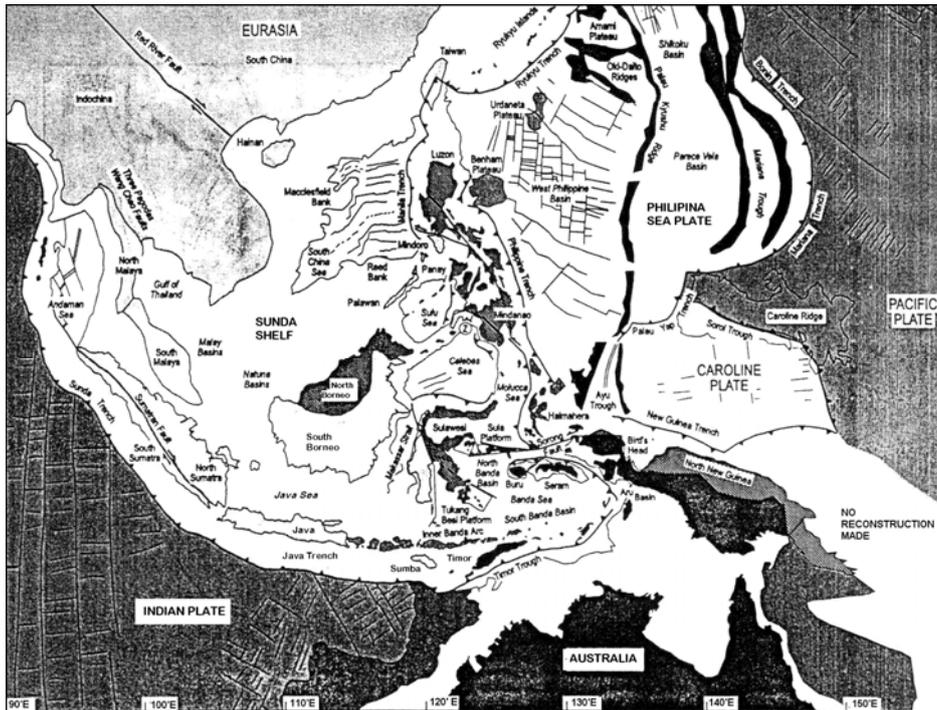
disiplin dan dapat diandalkan, maka dengan demikian fungsi dari Geologi Militer sebenarnya adalah untuk kesejahteraan rakyat (Gbr. 2).

KESIMPULAN DAN SARAN

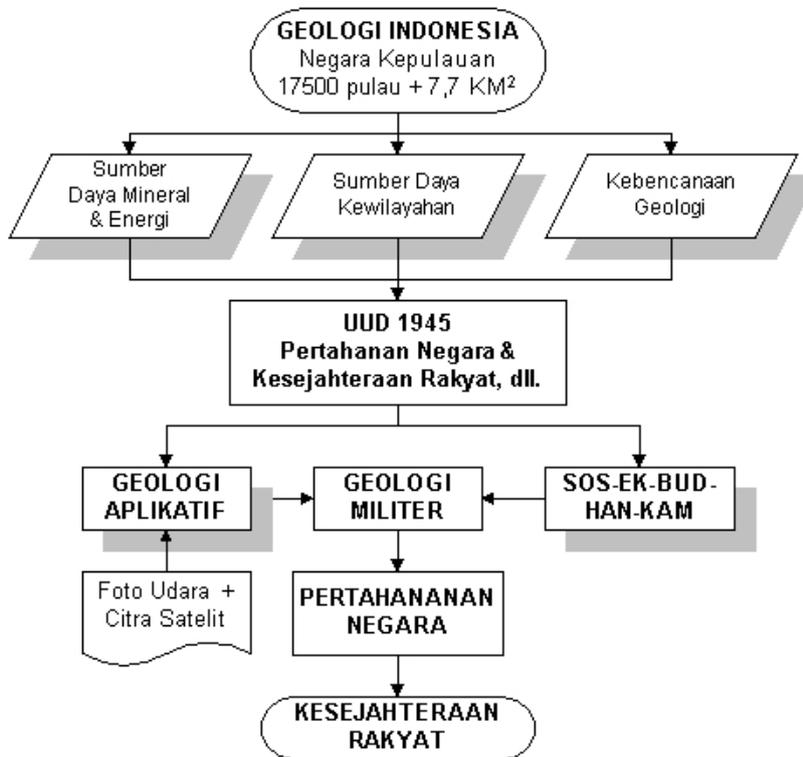
1. Potensi dan kendala kewilayahan di Indonesia secara geologi perlu dipahami oleh militer dengan menambah informasi melalui kursus / pelatihan ataupun peningkatan keilmuan sesuai dengan kebutuhannya. Disarankan perlu adanya personil militer yang juga sarjana, magister ataupun Doktor di bidang ilmu geologi (atau geologi militer) yang dapat mengembangkan ilmu di lingkungannya sendiri ataupun sebagai jembatan komunikasi sains antara sipil dengan militer.
2. Peta Geologi Militer perlu di buat untuk keperluan militer Indonesia oleh kalangan militer atau oleh Unit Geologi Militer. Oleh sebab itu perlu dibentuk unit khusus para ahli geologi untuk keperluan militer dalam satuan khusus Unit Geologi Militer. Unit Geologi Militer dapat dibentuk bekerja sama antara militer (TNI-AU, TNI-AL dan TNI-AD), ikatan ahli geologi dan profesional lain (Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Masyarakat Penginderaan-jauh Indonesia, Himpunan Ahli Tanah Indonesia, Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, dll.) dan lembaga-lembaga pemerintahan lain (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Geologi Tata Lingkungan Kawasan Pertambangan, Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Pusat Penelitian Geologi Kelautan, dll.).
3. Geologi militer berfungsi untuk pertahanan negara, namun fungsi sebenarnya adalah untuk kesejahteraan rakyat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1989, *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta 562 hal
- Caspar B. Weru, 1988, *Berkenalan dengan Ahli Strategi Militer Cina Klasik: Soen Tzu*, Intermedia, Jakarta, 90 hal.
- Gatra*, No. 30, Juni 2003, Ilmu dan Teknologi.
- Hall, R., 1995, Plate Tectonic Reconstructions of the Indonesian Region, *Proceedings Indonesian Petroleum Association vol. 1*, 1995, p. 70-84.
- Kahar, J., 2000, Mewujudkan paradigma baru SURTANAS, BAKOSURTANAL link: http://www.geocities.com/geomatika_indonesia/sejarah.htm
- Legget, R.F, 1973, *Cities & Geology*, McGraw-Hill Book Company, p. 1-123.
- Leith, W., 2002, Geotimes, February 2002, Military geology in a changing world, link: <http://www.agiweb.org>
- McPhee, John, 1996, Balloons of War, in *The Gravel Page: The New Yorker (magazine)*, v. 71, n. 46, January 29, 1996, p. 52-60.
- Zakaria, Z., 2000, Peran Identifikasi Longsor dalam Studi Pendahuluan Pemodelan Sistem Starlet untuk Mitigasi Bencana Longsor, *Year Book Mitigasi Bencana 1999*, Kelompok Mitigasi Bencana, BPPT, hal 105-123
- Zakaria, Z., 2003, Menemukan jawaban melalui geologi forensik, *Kompas, Jumat, 4 April 2003, hal. 28*, Kompas Cyber Media, link: <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0304/04/ilpeng>
- Zakaria, Z., 2004, Kebencanaan Geologi dan Hubungannya dengan Aktivitas Tektonik di Jawa Barat Bagian Selatan, *Jurnal Alami, Vol. 9., No. 2., Tahun 2004, hal. 60-67.*



Gambar 1. Tatanan tektonik kepulauan Indonesia (Hall, 1995)



Gambar 2. Peran geologi militer untuk kesejahteraan