

	Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY Fakultas Teknik Geologi UNIVERSITAS PADJADJARAN homepage: http://jurnal.unpad.ac.id/bsc p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X	 Volume 22, No.2 Agustus 2024
---	---	---

**PERKEMBANGAN SANDI STRATIGRAFI INDONESIA:
Sandi Stratigrafi Indonesia 1973-1996-2023**

Budi Muljana

Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran
Email: budi.muljana@unpad.ac.id

ABSTRAK

Revisi Sandi Stratigrafi Indonesia berkorelasi dengan perkembangan data serta konsep keilmuan khususnya stratigrafi. Seiring juga dengan pola pemikiran dalam memahami serta memberlakukan data-data stratigrafi. Selama perkembangan Sandi Stratigrafi Indonesia 1973 kemudian 1996 dan yang terakhir 2023, telah mengalami banyak sekali perubahan paradigma konsep stratigrafi. Mulai dari pendekatan deskriptif atau yang sering disebut dengan stratigrafi tradisional ke pendekatan deterministik atau sampai ke prediktif atau sering juga disebut dengan stratigrafi modern. Tulisan ini ingin memberikan informasi bahwa perkembangan Sandi Stratigrafi Indonesia hampir 50 tahun ini. Tujuannya adalah untuk mengakomodir perkembangan data, metode dan konsep stratigrafi.

Kata kunci : Sandi Stratigrafi Indonesia, Stratigrafi tradisional, Stratigrafi modern

ABSTRACT

Indonesian Stratigraphic Codes revisions correlate with the development of data and knowledge concept, especially in stratigraphy. It is related to the point of view in understanding and interpreting all stratigraphic data. During the development of Indonesian Stratigraphic Code starting from 1973, 1996 and lastly 2023, it has changed due to the outlook paradigm of stratigraphic concepts. It started from descriptive approach point of view or it's called traditional stratigraphy to deterministic or predictive interpretations or called modern stratigraphy. This paper outlines a brief information about the developments of Indonesian Stratigraphic Codes during almost 50 years. The main point of the development is to be able accommodating the data, methods, and stratigraphic concept developments.

Keywords: *Indonesian Stratigraphic Codes, traditional stratigraphy, modern stratigraphy*

PENDAHULUAN

Sandi Stratigrafi Indonesia untuk pertama kalinya diterbitkan pada tahun 1973 oleh Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia. Penerbitan Sandi Stratigrafi Indonesia ini atas mandat dari Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI) dalam rapat tahunannya pada tanggal 27 Juni 1973. Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia dibawah pimpinan Prof. Dr. Soejono Martodjojo selanjutnya menyusun naskah Sandi Stratigrafi Indonesia tahun 1973. Setelah 23 tahun dilakukan revisi pada tahun 1996 dengan menambahkan dua satuan batuan, yaitu Satuan Stratigrafi Gunungapi dan Satuan Sekuenstratigrafi. Kedua satuan dianggap sesuai dengan kondisi geologi Indonesia serta ketersediaan data yang ada. Pada tahun 2023 kembali dilakukan revisi Sandi Stratigrafi Indonesia 1996 dengan beberapa perubahan dalam bab-bab tertentu.

Tulisan ini ditujukan untuk menjelaskan perkembangan dari Sandi Stratigrafi Indonesia yang tentunya sejalan dengan perkembangan ilmu geologi itu sendiri. Hampir 50 tahun lebih sejak diterbitkannya pada tahun 1973 sampai 2023 sekarang ini. Tentunya telah banyak pemahaman konsep yang berkaitan serta penambahan data baik jumlah ataupun jenisnya. Perkembangan ini juga diikuti dengan perkembangan metode penelitian. Tujuan yang ingin dicapai dari penjelasan perkembangan Sandi Stratigrafi Indonesia ini adalah untuk memberikan konsepsi tata aturan klasifikasi batuan secara bersistem sehingga akan lebih sederhana, jelas serta mudah dimengerti karena sesuai dengan standar yang ada.

SEJARAH PERKEMBANGAN SANDI STRATIGRAFI INDONESIA

SANDI STRATIGRAFI INDONESIA 1973

Penerbitan Sandi Stratigrafi Indonesia 1973 dilakukan atas dasar perlunya suatu standar dasar dalam Konsepsi dan Tata nama Satuan Stratigrafi di Indonesia. Penyusunan ini dirasakan perlu mengingat kemajuan ilmu geologi pada saat itu perlu adanya suatu

pemahaman yang sama. Beberapa rujukan yang digunakan dalam penyusunan Sandi Stratigrafi Indonesia ini salah satunya mengacu pada *Internasional Subcommission on Stratigraphic Classification* laporan no.7a tahun 1972 yang berjudul "*Internasional Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Usage*", yang diedit oleh H.D. Hedberg (*Lethaia*, Vol. 5, pp. 283-295).

Introduction to an International Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Usage

INTERNATIONAL SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC CLASSIFICATION

International Subcommission on Stratigraphic Classification [Report No. 7a; editor H. D. Hedberg]: Introduction to an International Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Usage. *Lethaia*, Vol 5, pp. 283-295. Oslo, July 15th, 1972.

The International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC), a sub-commission of the IUGS Commission on Stratigraphy, has been working for the last 15-20 years towards the preparation of an International Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Usage. The purpose of the Guide is to promote international agreement on principles of stratigraphic classification and to establish internationally acceptable stratigraphic terminology and rules of stratigraphic procedure. The Introduction explains the background of its preparation.

Edited by Hollis D. Hedberg, President, International Subcommission on Stratigraphic Classification (ISSC), Department of Geology, Princeton University, Princeton, New Jersey 08540.

Gambar 1. *International Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Usage, Lethaia, Vo; 5, pp. 283-295 tahun 1972.*

Pada halaman 290 diuraikan mengenai pengkategorian dari unit stratigrafi. Berdasarkan dari sekian banyak unit stratigrafi terdapat tiga unit yang sangat penting, yaitu,

- Unit Litostratigrafi;
- Unit Biostratigrafi, dan
- Unit Kronostratigrafi.

Khususnya untuk unit litostratigrafi dianggap penting untuk membuat suatu standar setelah P. Marks menerbitkan *Stratigraphic Lexicon* pada tahun 1957 dan *Atlas Stratigraphic Lexicon* pada tahun 1961 yang mengelompokkan unit batuan di seluruh Indonesia. Pembagian unit batuan ini diterbitkan dalam dua buku dalam Publikasi Keilmuan No.31 Seri Geologi oleh Kementerian Perekonomian Republik Indonesia, Pusat Djawatan Geologi Bandung. Kedua buku tersebut adalah,

- Stratigraphic Lexicon of Indonesia*, didalamnya menjelaskan mengenai deskripsi litologi (berdasarkan urutan abjad) semua batuan yang ada di Indonesia. Penamaan batuan ditentukan berdasarkan kekhasan dari setiap lapisan batuan.

Beberapa istilah yang muncul seperti,

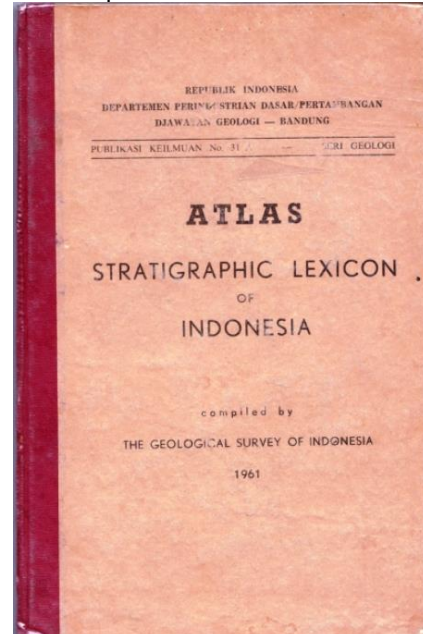
- Istilah beds seperti Arikuning beds yang mendeskripsikan suatu singkapan dengan ketebalan sampai 1 meter. Istilah yang sama dengan layers seperti Bogor Layers;
- Pencerminkan karakter deskriptif dari facies batuan seperti *Batu pinto sandstone* untuk batuan sedimen silisiklatik berbutir halus sampai kasar atau karakter batuan organik yang khas penyusun zona transisi seperti *Bajah Coal beds*;
- Pendeskripsian mengenai tingkatan biostratigrafi seperti *Annulatus Zone* untuk satu jenis takson organisme;

- Penamaan berdasarkan karakter facies batuan yang dideskripsikan sebagai satu set *sedimentary facies* yang berasosiasi dengan *tectonic orogenetic belts*. Berdasarkan zona lingkungan pengendapan, facies ini terbentuk pada zona *terrestrial* dan *shallow marine* dekat dengan daerah pengangkatan *mountain front*, contohnya *Celebes Molasse (Group)*.
- Berdasarkan tahapan umur seperti *Saibi Stage* yang setara dengan *Siberut Tertiary*

Series dengan beberapa *stage* didalamnya.

Istilah-istilah tersebut walaupun baku dan dapat diterima oleh Masyarakat keilmuan kebumihan, akan tetapi tidak seragam dan terkesan terlalu mencampuradukkan antara deskriptif dan deterministik.

b. *Atlas Stratigraphic Lexicon of Indonesia* yang didalamnya memuat peta lokasi unit stratigrafi yang dideskripsikan dalam buku pertama.



Gambar 2. *Stratigraphic Lexicon of Indonesia* dan *Atlas Stratigraphic Lexicon of Indonesia* oleh P. Marks, Publikasi Keilmuan No.31 dan No. 31 A Seri Geologi tahun 1961 yang diterbitkan oleh Pusat Djawatan Geologi Bandung, Republik Indonesia Kementerian Perekonomian.

Oleh karena itu penerbitan Sandi Stratigrafi Indonesia 1973 dengan mempertimbangkan usulan-usulan dari beberapa *stakeholders* seperti dari Anggota Ikatan Ahli Geologi Indonesia, geologiawan dari *Indonesian Petroleum Association (IPA)* serta dari *U.S. Agency for International Development (USAID)* dan dari Badan Geologi, telah mencoba membuat suatu aturan pembagian susunan batuan secara sistematis dan terukur.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka dihasilkan suatu standar penamaan untuk semua batuan menjadi 4 unit yaitu 3 unit penentuan satuan strata seperti satuan Litostratigrafi, satuan Biostratigrafi dan satuan Kronostratigrafi serta satu satuan waktu yaitu satuan Geokronologi. Pada bab awal memuat penjelasan mengenai definisi-definisi penentuan setiap satuan batuan tersebut.

SANDI STRATIGRAFI INDONESIA 1996

Revolusi ilmu geologi khususnya dalam stratigrafi telah merubah paradigma secara

drastis. Hal tersebut didasari oleh temuan konsep baru yaitu sekuen stratigrafi, serta berdasarkan data-data dalam jumlah yang banyak dan bersifat multidisiplin. Seperti halnya Sandi Stratigrafi Indonesia 1973 yang terdiri 3 satuan strata dan satu waktu yaitu geokronologi, maka Sandi Stratigrafi Indonesia disusun dengan menambahkan dua satuan strata lainnya. Kedua satuan batuan itu adalah satuan stratigrafi gunungapi dan satuan sekuenstratigrafi.

Beberapa satuan lainnya dicoba diusulkan seperti satuan magnetostratigrafi dan satuan *Polarity Chronostratigraphy Unit*, akan tetapi dipertimbangkan masih tercakup dalam satuan kronostratigrafi. Pengusulan ini didasari pada *North America Commission on Stratigraphic Nomenclature 1983 (NACSN)*, yang mengelompokkan kedua satuan itu secara tersendiri.

SATUAN GUNUNGAPI

Kondisi geologi Indonesia dengan sebaran gunung api aktif berumur Kuartar sangatlah banyak. Pada Sandi Stratigrafi Indonesia

1973 pemetaan geologi gunung api termasuk kedalam pembagian satuan Litostratigrafi. Sama halnya dengan yang terdapat pada *North American Stratigraphic Code*, yang menyatakan pembagian unit gunungapi merupakan bagian dari Litostratigrafi (*Formal units distinguished content, properties, or physical limits Litostratigraphy Units*)

halaman 1569 bagian (g), yaitu, "*Volcanic rock. Mappable distinguishable sequences of stratified volcanic rock should be treated as formations or lithostratigraphic units of higher or lower rank. A small intrusive component of a dominantly stratiform volcanic assemblage may be treated informally*".

NORTH AMERICAN STRATIGRAPHIC CODE¹

North American Commission on Stratigraphic Nomenclature

FOREWORD TO THE REVISED EDITION

By design, the North American Stratigraphic Code is meant to be an evolving document, one that requires change as the field of earth science evolves. The revisions to the Code that are included in this 2005 edition encompass a broad spectrum of changes, ranging from a complete revision of the section on *Biostratigraphic Units* (Articles 48 to 54), several wording changes to Article 58 and its remarks concerning *Allostratigraphic Units*, updating of Article 4 to incorporate changes in publishing methods over the last two decades, and a variety of minor wording changes to improve clarity and self-consistency between different sections of the Code. In addition, Figures 1, 4, 5, and 6, as well as Tables 1 and Tables 2 have been modified. Most of the changes adopted in this revision arose from Notes 60, 63, and 64 of the Commission, all of which were published in the *AAPG Bulletin*. These changes follow Code amendment procedures as outlined in Article 21.

We hope these changes make the Code a more usable document to professionals and students alike. Suggestions for future modifications or additions to the North American Stratigraphic Code are always welcome. Suggested and adopted modifications will be announced to the profession, as in the past, by serial Notes and Reports published in the *AAPG Bulletin*. Suggestions may be made to representatives of your association or agency who are current commissioners, or directly to the Commission itself. The Commission meets annually, during the national meetings of the Geological Society of America.

2004 North American Commission
on Stratigraphic Nomenclature

FOREWORD TO THE 1983 CODE

The 1983 Code of recommended procedures for classifying and naming stratigraphic and related units was prepared during a four-year period, by and for North American earth scientists, under the auspices of the North American Commission on Stratigraphic Nomenclature. It represents the thought and work of scores of persons, and thousands of hours of writing and editing. Opportunities to participate in and review the work have been provided throughout its development, as cited in the Preamble, to a degree unprecedented during preparation of earlier codes.

Publication of the International Stratigraphic Guide in 1976 made evident some insufficiencies of the American Stratigraphic Codes of 1961 and 1970. The Commission considered whether to discard our codes, patch them over, or rewrite them fully, and chose the last. We believe it desirable to sponsor a code of stratigraphic practice for use in North America, for we can adapt to new methods and points of view more rapidly than a worldwide body. A timely example was the recognized need to develop modes of establishing formal nonstratiform (igneous and high-grade metamorphic) rock units, an objective that is met in this Code, but not yet in the Guide.

The ways in which the 1983 Code (revised 2005) differs from earlier American codes are evident from the Contents. Some categories have disappeared and others are new, but this Code has evolved from earlier codes and from the International Stratigraphic Guide. Some new units have not yet stood the test of long practice, and conceivably may not, but they are introduced toward meeting recognized and defined needs of the profession. Take this Code, use it, but do not condemn it because it contains something new or not of direct interest to you. Innovations that prove unacceptable to the profession will expire without damage to other concepts and procedures, just as did the geologic-climate units of the 1961 Code.

The 1983 Code was necessarily somewhat innovative because of (1) the decision to write a new code, rather than to revise the 1970 Code; (2) the open invitation to members of the geologic profession to offer suggestions and ideas, both in writing and orally; and (3) the progress in the earth sciences since completion of previous codes. This report

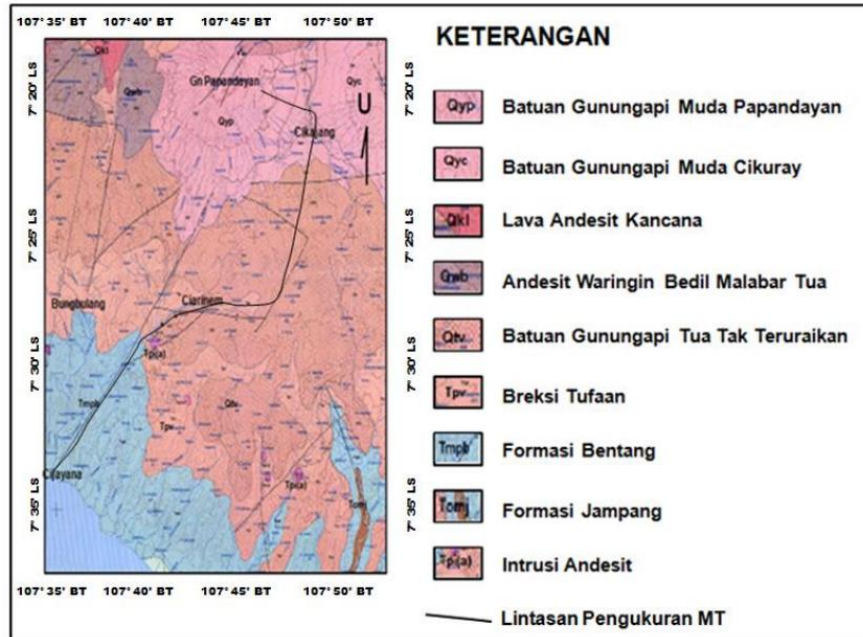
¹Manuscript received November 12, 2004; provisional acceptance February 10, 2005; revised manuscript received May 19, 2005; final acceptance July 05, 2005.
DOI:10.1306/07050504129

Oleh karena itu, dalam peta Geologi Regional Gunungapi skala 1 : 100.000 yang

dikeluarkan oleh Badan Geologi dilakukan pendekatan secara deskriptif dengan satuan

Litostratigrafi. Contohnya pada Gambar 4 dibawah ini dalam peta geologi Gunungapi Papandayan dicantumkan nama satuan batuan seperti antara lain Batuan Gunungapi Muda Papandayan. Pengertian satuan gunungapi muda ini adalah posisi lapisan batuan berada dibagian atas dari lapisan lainnya atau melalui pendekatan superposisi.

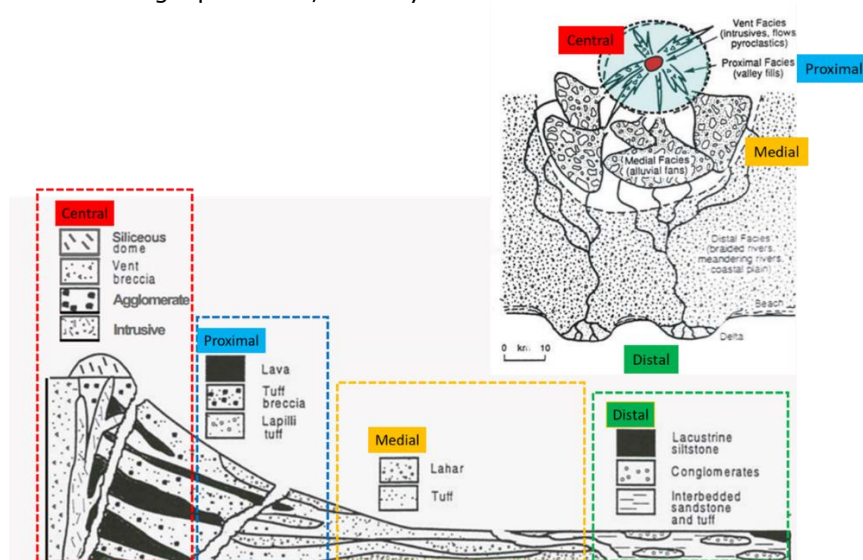
Contoh lainnya adalah penamaan Batuan Gunungapi Tua Tak teruraikan yang bertujuan untuk menjelaskan unit-unit batuan lainnya seperti lava, breksi vulkanik atau lapisan tuf yang terbentuk dalam fase yang dapat dibedakan dengan fase lainnya dalam rangkaian proses erupsinya.



Gambar 4. Peta geologi regional gunungapi daerah Gunungapi Papandayan (Alzwar dkk, 1992).

Berdasarkan uraian tersebut, maka penamaan satuan gunung api ini tidak mencerminkan proses atau genesa letusan gunungapi. Seperti kita ketahui setiap batuan gunung api () yang dihasilkan dari hasil kegiatan gunung api akan memberikan karakter tersendiri yang khas dan berbeda satu gunung api dengan gunung api lainnya. Sebagai contoh Gunung Api Guntur, Cikuray

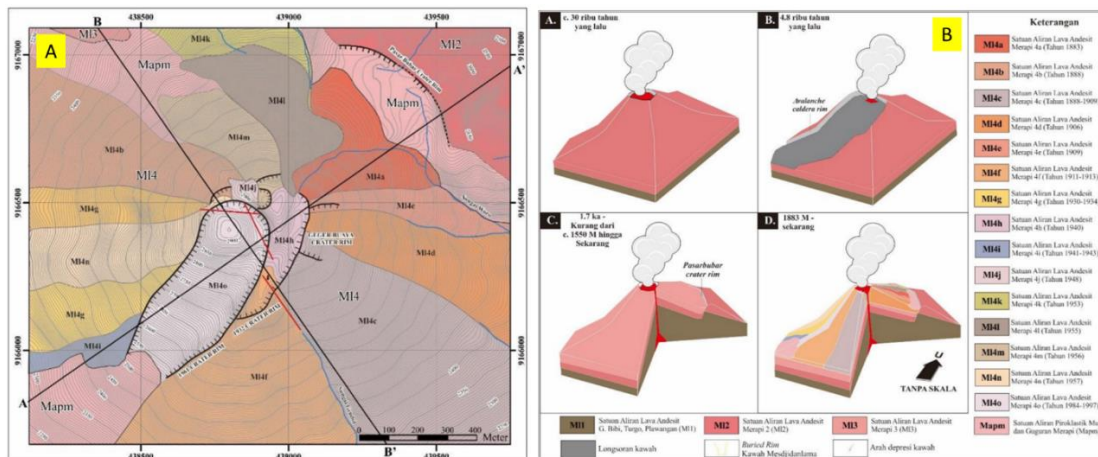
dan Papandayan dengan jarak yang berdekatan, tetapi mempunyai komposisi magma yang berbeda. Hal ini tercerminkan pada bentang alam yang dihasilkannya, seperti Gunung Api Guntur yang mempunyai penyebaran *facies central* dan *proximal* yang sangat luas dibandingkan dengan kedua gunung api lainnya.



Gambar 5. Facies model gunung api *andesitic stratovolcano* berdasarkan jarak terhadap pusat erupsi (Bogie dan MaCKenzie, 1998).

Penyusunan satuan gunung api pada Sandi Stratigrafi Indonesia 1996 berdasarkan pada susunan yang ditulis oleh Wirakusumah, dkk., 1989. Pembagian facies produk gunung api dengan komposisi andesit dan membentuk bentangalam *strato-volcano* disampaikan oleh Bogie dan McKenzie (1998). Berdasarkan hasil pengamatannya ternyata produk facies gunung api sangat ditentukan oleh posisi atau jarak tersebut terhadap lubang kepundan

suatu gunung api. Komposisi kimiawi, ukuran dan bentuk butiran, besarnya *slope* gunung api serta kandungan matrik sangatlah tercerminkan dalam setiap faciesnya. Facies-facies tersebut dibagi menjadi 4 zona yaitu central, proximal, medial dan distal. Gambar 6 dibawah ini adalah model pemetaan gunung api Kuartar sebagai contoh gunung Merapi di Jawa Tengah.



Gambar 6. A. Peta geologi puncak Gunung Api Merapi dan sekitarnya; B. Sejarah geologi berdasarkan hasil modifikasi Wirakusumah, dkk., 1989; Camus, dkk., 2000; Gertisser, dkk., 2012).

Peta geologi gunung api ini sifatnya akan dinamis, artinya akan terus bertambah warna berdasarkan pada peristiwa erupsi. Metode yang digunakan adalah volkanostratigrafi yang digunakan untuk merekonstruksi suatu aktifitas erupsi gunung api. Beberapa penulis telah mendefinisikan pengertian dari volkanostratigrafi seperti Tjia pada tahun 1981 dalam paper yang diterbitkan oleh Bulletin Departemen Teknik Geologi ITB, menyatakan bahwa : " *Volcanostratigraphy concerns the study of the sequence of records of volcanic-activity, especially activity that is not witnessed by volcanologist,*" dan beliau menyatakan bahwa ada tiga parameter yang perlu dipahami dalam studi volkanostratigrafi, yaitu a. Pemetaan gunungapi , b. Proses pembentukan produk dari volkanisme, dan c. Penentuan umur dari setiap produk volkanismenya. Pendapat lain dari Gropelli dan Molist (2013), menyatakan bahwa "*The volcanic stratigraphy is a fundamnet subject of field studies in volcanic areas to generate geological maps, to reconstruct the volcanological evolution and eruptive dynamics, to study the physical volcanology and Tephrostratigraphy*". Pendapat kedua ini pada dasarnya sama yaitu ingin mengetahui karakter pada setiap gunungapi tersebut

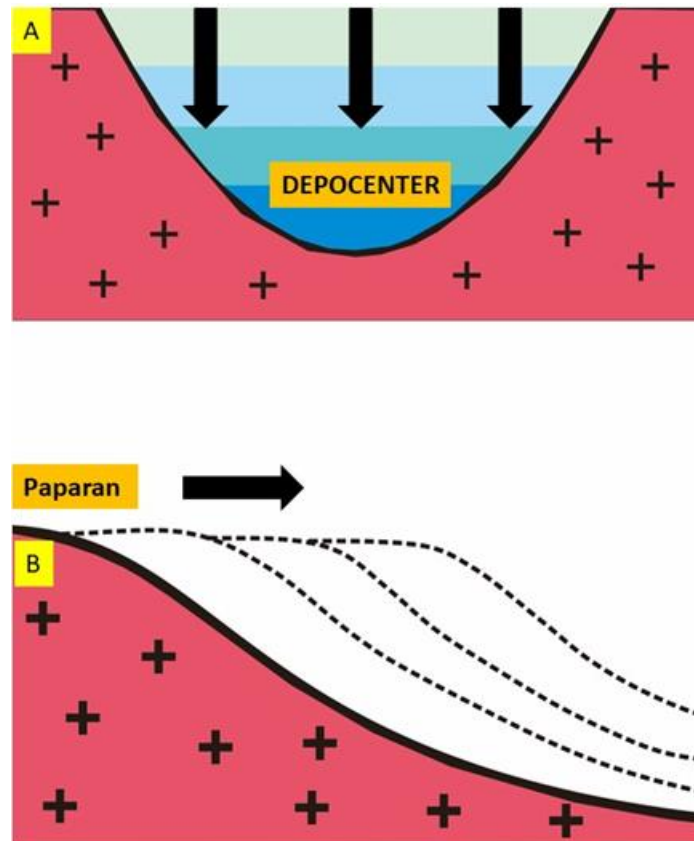
dengan baik. Satu hal mendasar yang perlu diperhatikan adalah hampir semua gunungapi Kuartar di Indonesia mempunyai bentuk strato dengan beberapa variasinya. Marti dkk (2018) menyatakan bahwa, *Volcanic stratigraphy is a fundamental component of geological mapping in volcanic areas as it yields the basic criteria and essential data for identifying the spatial and temporal relationships between volcanic products and intra/inter-eruptive processes (earth-surface, tectonic and climatic), which in turn provides greater understanding of the geological evolution of a region.* Pernyataan ini mengemukakan bahwa studi volkanostratigrafi adalah hal mendasar dalam memahami karakter suatu gunungapi. Berdasarkan ketiga pendapat tersebut pemetaan geologi gunung api dalam arti pengenalan singkapan batuan adalah hal utama dalam intepretasinya.

SATUAN SIKEUNSTRATIGRAFI

Revolusi konsep stratigrafi diawali dengan dilakukannya penelitian di daerah *passive margine* oleh *Exxon Production Research Company* yang diketuai oleh Peter R. Pengertian terjadinya revolusi konsep ini adalah bagaimana cara pendekatan yang

awalnya secara deskriptif menjadi deterministik. Perubahan paradigma pemikiran terlihat pada Gambar 7 dibawah ini. Pada awalnya pendapat mengenai akumulasi sedimen terjadi di pusat cekungan

yang paling dalam yaitu *depocenter*. Akan tetapi hal tersebut berubah berdasarkan pengamatan data seismik di bagian paparan (*shelf edge*) yang memperlihatkan akumulasi sedimen terjadi di bagian ini.



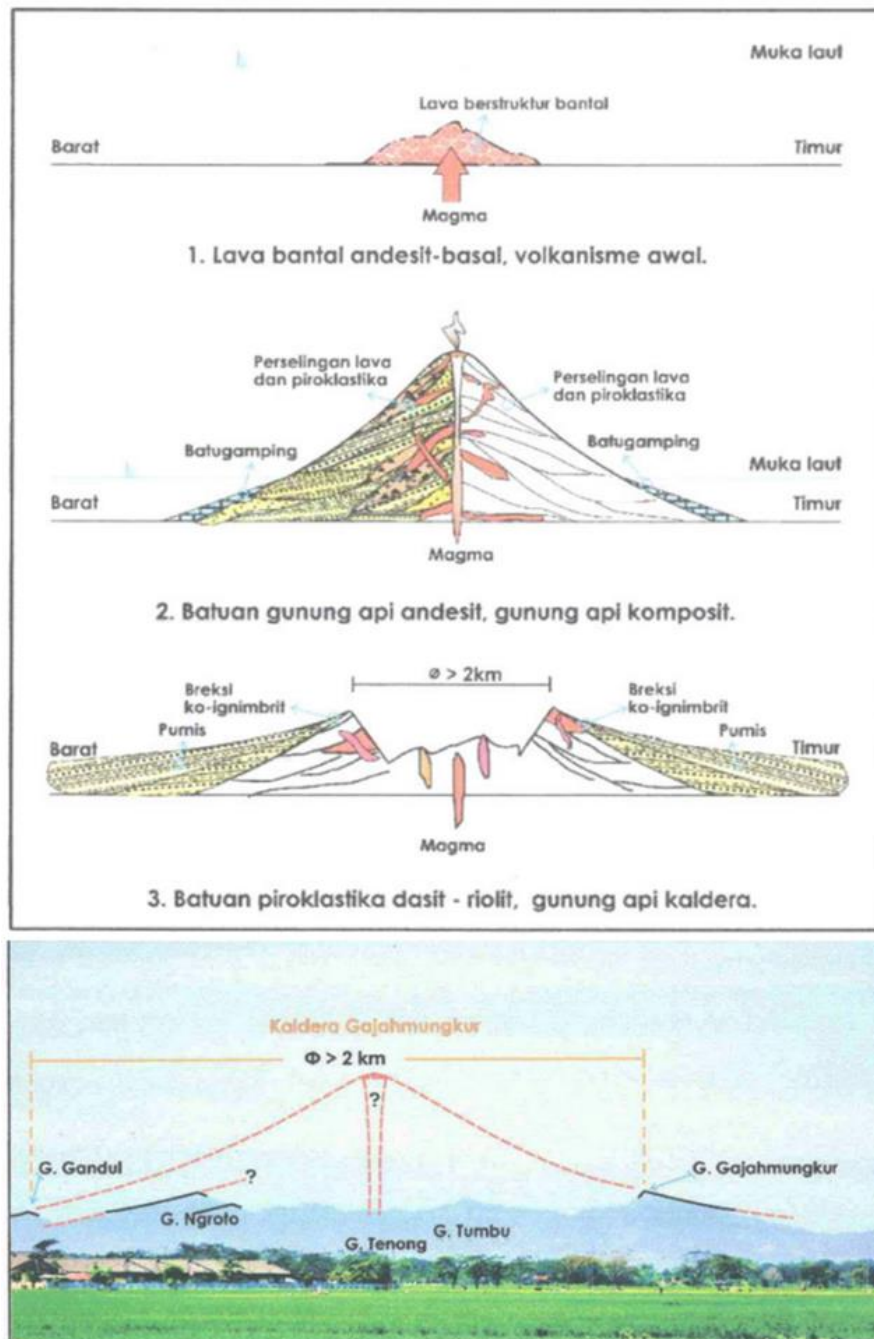
Gambar. 7. A. Stratigrafi tradisional dimana akumulasi sedimen berada di *depocenter*, B. Pandangan sekuen stratigrafi bahwa paparan (*shelf edge*) merupakan tempat terakumulasinya sedimen.(modifikasi dari Koesoemadinata, 1997)

Pertimbangan lainnya diperlukan revisi Sandi Stratigrafi Indonesia 1973 ke 1996 adalah perubahan pola pikir seiring dengan data baru yang tadinya bersifat lokal menjadi lebih regional bahkan global. Contohnya terdapat dua karakter batuan yang berbeda berdasarkan konsep litostratigrafi yang ternyata dapat terbentuk pada *event* geologi yang sama berdasarkan konsep sekuen stratigrafi. Integrasi data secara komprehensif mempertimbangkan faktor skala dan resolusi data. Berdasarkan hal

tersebut diatas, maka pada naskah Sandi Stratigrafi Indonesia 1996 ditambahkan dua satuan batuan baru, yaitu satuan stratigrafi gunung api (bab. III halaman 19) dan satuan sekuenstratigrafi (bab V halaman 28).

SANDI STRATIGRAFI INDONESIA 2023

Revisi Sandi Stratigrafi Indonesia 1996 ke 2023 dilakukan dengan melihat beberapa penambahan dalam naskahnya. Revisi pertama pada satuan stratigrafi gunung api dan satuan biostratigrafi.



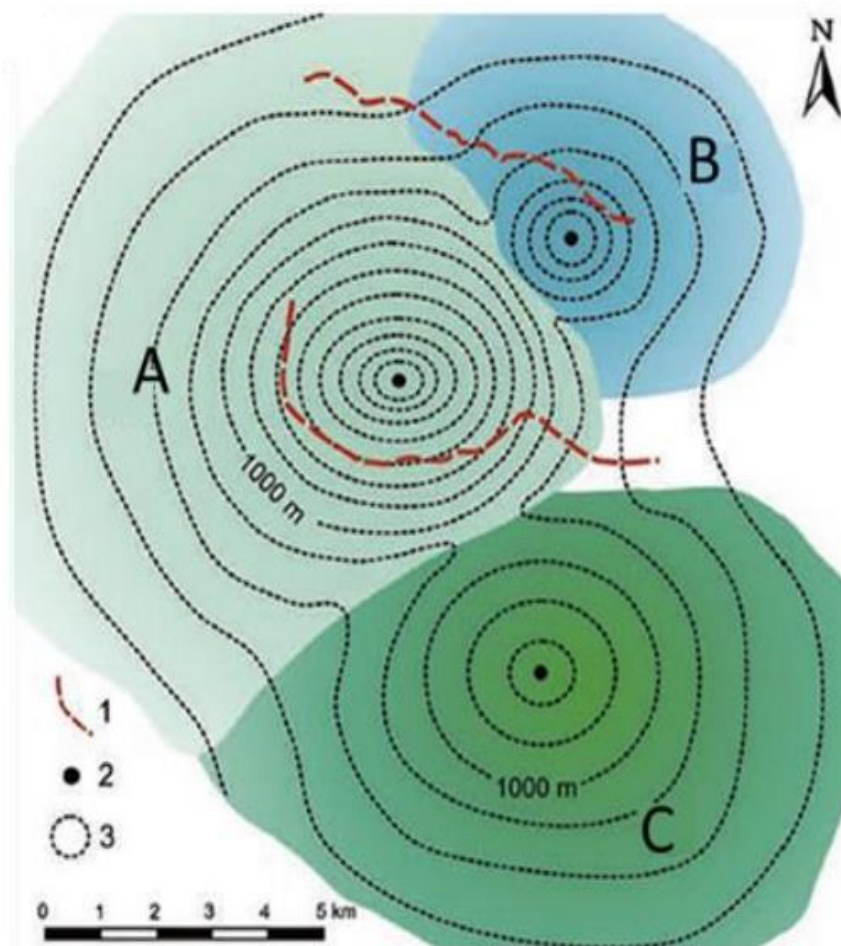
Gambar 8. Kartun dan rekontruksi gunung api Gajah Mungkur menurut Safri dkk (2010).

Sandi Stratigrafi Indonesia 1996 yang memuat satuan gunung api awalnya ditekankan pada pembagian satuan gunung api yang berumur Kuartar. Pendapat ini senada dengan pernyataan Prof. Koesoemadinata dalam salah satu forum diskusi dimana beliau secara eksplisit menyatakan bahwa stratigrafi gunung api hanya dapat dilakukan pada gunung api Kuartar. Morfologi gunung api Kuartar masih dapat dilihat jelas sekarang ini begitupun dengan produk-produk gunung apinya. Pendapat lain dikemukakan oleh Prof. Adjat Sudradjat (diskusi lisan dengan penulis) yang

menjelaskan bahwa konsep ini dapat diterapkan juga pada gunung api Tersier dengan merekonstruksi ulang aspek-aspek gunung apinya. Hal senada diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan merekonstruksi gunung api Gajah Mungkur oleh Safri dkk (2010). *The present is the key to the past* sebagai dasar pemikiran ini, dimana aspek-aspek geologi gunung api dapat merekonstruksi gunung api Tersier yang secara morfologi sudah tidak utuh lagi. Stratigrafi gunung api Kuartar dan Tersier masuk kedalam Sandi Stratigrafi Indonesia sebagai satuan tersendiri yang terpisah

dengan satuan Litostratigrafi karena satuan litostratigrafi sudah tidak dapat mengakomodir lagi. Sebagai tambahan untuk

revisi Sandi Stratigrafi Indonesia 2023 adalah penambahan gambar peta distribusi dari unit volkanostratigrafi (Gambar 9).



Gambar 9. Peta distribusi dari unit volkanostratigrafi yaitu unit A, B, C sebagai sumber deskripsi batuan dan genesanya yang berbeda-beda. Legenda 1. Lembah pembatas;, 2 Puncak kawah, 3. Garis kontur ketinggian (sumber utama rujukan pada Marti *et al.*, 2018; dalam Sandi Stratigrafi Indonesia 2023)

Penambahan lainnya yang berkaitan volkanostratigrafi adalah dalam hal tingkat urutan stratigrafi dari unit yang paling kecil ke unit yang lebih besar dengan memperkenalkan berturut-turut unit batuan, gumuk, khuluk, bregada dan busur. Dengan cara ini maka karakter setiap gunung api dapat dibedakan. Demikian pula dalam setiap tubuh gunung api dapat diketahui posisi stratigrafinya dan genesanya. Posisi stratigrafi berkaitan dengan urutan aktivitas, sedangkan genesis berkaitan dengan cara terbentuknya, sebagai contoh endapan awan panas berbeda dengan endapan aliran piroklastik. Demikian juga lahar berbeda dengan piroklastika jatuhan. Dengan penambahan unsur genesis ini, maka penyusunan Kawasan Risiko Bahaya (KRB) juga akan terpengaruh. Hal ini disebabkan setiap jenis genesis memiliki karakter tersendiri.

Perubahan secara signifikan pada Sandi Stratigrafi Indonesia 2023 adalah mengenai Satuan Biostratigrafi. Penetapan Zona dilakukan secara mudah dikenali dan lebih sederhana. Fokus utama adalah dirasakan perlunya determinasi umur batuan secara tegas dan ajeg sehingga dapat dilakukan korelasi secara kontinyu dengan resolusi yang tinggi.

DISKUSI

Sandi Stratigrafi Indonesia merupakan kaidah-kaidah standar yang disepakati oleh komunitas peneliti dibidang kebumihan, khususnya geologi. Oleh karena itu kesepakatan akan konsepsi dan aturan-aturannya harus melibatkan berbagai pihak, seperti akademisi, para praktisi di berbagai perusahaan yang bergerak di bidang geologi, dan para pemangku kebijaksanaan. Perubahan yang terjadi di tingkat

internasional seperti di Amerika dan Eropa juga menjadi bahan pertimbangan. Khusus mulai tahun 1996 dimana Sandi Stratigrafi Indonesia pertama kali direvisi, pertimbangan akan kondisi geologi Indonesia menjadi hal yang mendapat perhatian utama. Hal tersebut tercermin dengan diterimanya konsepsi satuan stratigrafi gunung api Kuartar di Indonesia. Sementara itu, batuan gunung api dalam *North America Commission on Stratigraphic Nomenclature 1983 (NACSN)*, memasukkannya kedalam satuan Litostratigrafi (halaman 1569). Pengelompokan ini tentunya melalui pendekatan deskriptif litostratigrafi sehingga karakter setiap gunung api sulit untuk ditelusuri. Satuan sikuenstratigrafi merupakan konsep baru berdasarkan cara pendekatannya. Konsep inipun dalam interpretasinya

mempertimbangkan parameter-parameter yang bersifat regional. Pada revisi Sandi Stratigrafi 1996 ke 2023, tidak banyak mengalami perubahan. Akan tetapi dalam perkembangannya, khususnya di Indonesia perlu dilakukan suatu modifikasi berdasarkan interval waktu. Seperti contohnya di Indonesia bagian Barat, pada interval Paleogen yang didominasi oleh tektonik regangan (lebih dikenal secara tektonostratigrafi sebagai *syn-rift Basin*) yang penerapan *sequence boundary*-nya berdasarkan *sea-level change*, dirasakan kurang tepat. *Tectonic event* seperti *unconformity* dirasakan akan lebih baik. Namun meningkat ke interval Neogen diatasnya yang didominasi oleh fase kompresi (*post-rift basin*), mekanisme *sea-level change* dapat dilakukan secara detail.

(Article 48). Rock type may be distinctively represented by electrical, radioactive, seismic, or other properties (Article 22h), but these properties by themselves do not describe adequately the lithic character of the unit.

(d) **Mappability and thickness.**—The proposal of a new formation must be based on tested mappability. Well-established formations commonly are divisible into several widely recognizable lithostratigraphic units; where formal recognition of these smaller units serves a useful purpose, they may be established as members and beds, for which the requirement of mappability is not mandatory. A unit formally recognized as a formation in one area may be treated elsewhere as a group, or as a member of another formation, without change of name. Example: the Niobrara is mapped at different places as a member of the Mancos Shale, of the Cody Shale, or of the Colorado Shale, and also as the Niobrara Formation, as the Niobrara Limestone, and as the Niobrara Shale.

Thickness is not a determining parameter in dividing a rock succession into formations; the thickness of a formation may range from a feather edge at its depositional or erosional limit to thousands of meters elsewhere. No formation is considered valid that cannot be delineated at the scale of geologic mapping practiced in the region.

when the formation is so small that it is not mappable at the scale of geologic mapping practiced in the region.

(e) **Carbonate and other rocks.**—Formations composed of low-grade metamorphic rock (defined for this purpose as rock in which primary structures are clearly recognizable) are, like sedimentary formations, distinguished mainly by lithic characteristics. The mineral facies may differ from place to place, but these variations do not require definition of a new formation. High-grade metamorphic rocks whose relation to established formations is uncertain are treated as lithodemic units (see Articles 31 et seq.).

(f) **Interbedded volcanic and sedimentary rock.**—Sedimentary rock and volcanic rock that are interbedded may be assembled into a formation under one name that should indicate the predominant or distinguishing lithology, such as *Miocene Basalt*.

(g) **Volcanic rock.**—Mappable distinguishable sequences of stratified volcanic rock should be treated as formations or lithostratigraphic units of higher or lower rank. A small intrusive component of a dominantly stratiform volcanic assemblage may be treated informally.

(h) **Metamorphic rock.**—Formations composed of low-grade metamorphic rock (defined for this purpose as rock in which primary structures are clearly recognizable) are, like sedimentary formations, distinguished mainly by lithic characteristics. The mineral facies may differ from place to place, but these variations do not require definition of a new formation. High-grade metamorphic rocks whose relation to established formations is uncertain are treated as lithodemic units (see Articles 31 et seq.).

Article 25.—Member. A member is the formal lithostratigraphic unit next in rank below a formation and is always a part of some formation. It is recognized as a named entity within a formation because it possesses characteristics distinguishing it from adjacent parts of the formation. A formation need not be divided into members unless a useful purpose is served by doing so. Some formations may be divided completely into members; others may have only certain parts designated as members; still others may have no members. A member may extend laterally from one formation to another.

Remarks. (a) Mapping of members.—A member is established when it is advantageous to recognize a particular part of a

heterogeneous formation. A member, whether formally or informally designated, need not be mappable at the scale required for formations. Even if all members of a formation are locally mappable, it does not follow that they should be raised to formal rank, because proliferation of formation names may obscure rather than clarify relations with other areas.

(b) **Lens and tongue.**—A geographically restricted member that terminates on all sides within a formation may be called a lens (lentic). A wedging member that extends outward beyond a formation or wedges ("pinches") out within another formation may be called a tongue.

(c) **Organic reefs and carbonate mounds.**—Organic reefs and carbonate mounds may be distinguished formally, if desirable, as members within a formation. For the requirements of formalization, see Article 30f.

(d) **Division of members.**—A formally or informally recognized division of a member is called a bed or beds, except for volcanic flow rocks, for which the smallest formal unit is a flow. Members may contain beds or flows, but may never contain other members.

(e) **Flowable and nonflowable members.**—A flowable member is one that is not a part of formal stratigraphic nomenclature (Articles 22g and 30g).

(g) **Volcanic rock.**—Mappable distinguishable sequences of stratified volcanic rock should be treated as formations or lithostratigraphic units of higher or lower rank. A small intrusive component of a dominantly stratiform volcanic assemblage may be treated informally.

(f) **Interbedded volcanic and sedimentary rock.**—Sedimentary rock and volcanic rock that are interbedded may be assembled into a formation under one name that should indicate the predominant or distinguishing lithology, such as *Miocene Basalt*.

(b) **Key or marker beds.**—A key or marker bed is a thin bed of distinctive rock that is widely distributed. Such beds may be named, but usually are considered informal units. Individual key beds may be traced beyond the lateral limits of a particular formal unit (Article 23c).

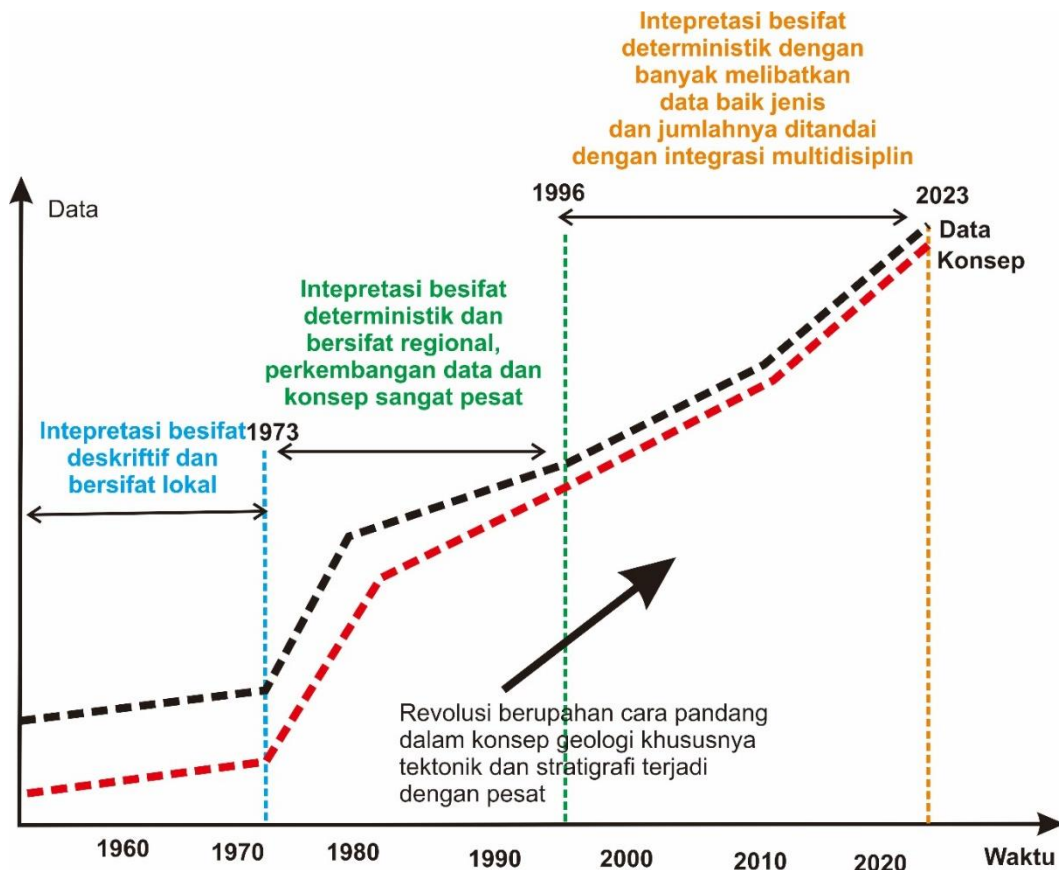
Article 27.—Flow. A flow is the smallest formal lithostratigraphic unit of volcanic flow rocks. A flow is a discrete, extrusive, volcanic rock body distinguishable by texture, composition, order of superposition, paleomagnetism, or other objective criteria. It is part of a member and thus is equivalent in rank to a bed or beds of sedimentary-rock classification. Many flows are informal units. The designation and naming of flows as formal rock-stratigraphic units should be limited to those that are distinctive and widespread.

Article 28.—Group. A group is the lithostratigraphic unit next higher in rank to formation; a group may consist entirely of named formations, or alternatively, need not be composed entirely of named formations.

Remarks. (a) Use and content.—Groups are defined to express the natural relations of associated formations. They are useful in small-scale mapping and regional stratigraphic analysis. In some reconnaissance work, the term "group" has been applied to lithostratigraphic units that appear to be divisible into formations, but have not yet been so divided. In such cases, formations may be erected subsequently for one or all of the practical divisions of the group.

(b) **Change in component formations.**—The formations making up a group need not necessarily be everywhere the same. The

Gambar 10. *North America Commission on Stratigraphic Nomenclature 1983 (NACSN)* yang menyatakan bahwa satuan stratigrafi gunung api termasuk kedalam satuan Litostratigrafi.



Gambar 11. Kurva perkembangan Sandi Stratigrafi Indonesia yang parallel dengan ketersediaan data dan konsep yang berkembang (Muljana, 2024)

Hal lainnya adalah mengenai satuan Biostratigrafi yang memegang peranan penting dalam menata kondisi geologi suatu daerah. Perlu adanya kejelasan dalam setiap lapisan batuan dengan ditandai kemunculan suatu takson tertentu sebagai ciri utamanya. Tentunya hal ini merupakan pekerjaan rumah yang memerlukan kerja keras para geologian. Kronostratigrafi yang berbasis pada sebaran biostratigrafi yang jelas, sangat membantu dalam interpretasi secara regional. Sebagai contoh dua facies batuan secara litostratigrafi berbeda akan tetapi dapat disatukan dengan bidang horizon kronostratigrafi yang sama. Sehingga hal ini dapat diinterpretasi bahwa mekanisme pengendapannya mempunyai *event* yang sama.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari uraian perkembangan Sandi Stratigrafi Indonesia adalah faktor kelimpahan data sangat berperan. Hal tersebut akan merubah pola pikir yang pada akhirnya akan menghasilkan suatu konsep baru. Pola pikir interpretasi geologi secara lokal akan berubah menjadi

regional bahkan global, sangatlah memungkinkan. Integrasi berbagai data dengan menggunakan metode yang barupun banyak dilakukan. Perkembangan Sandi Stratigrafi Indonesia yang telah mengalami dua kali revisi (1973 ke 1996 dan 1996 ke 2023) pada dasarnya adalah mengikuti perubahan-perubahan tersebut. Akan tetapi satuan dasar tetap dipertahankan seperti satuan litostratigrafi, satuan Biostratigrafi, satuan Kronostratigrafi serta satuan Geokronologi. Satuan stratigrafi gunung api dan satuan sekuenstratigrafi merupakan satuan yang ditambahkan pada revisi pertama di tahun 1996. Satuan tambahan pertama dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi geologi Kepulauan Indonesia. Rangkaian gunung api dari Sabang sampai Merauke membentuk *ring of the fire* adalah alasan utama. Sementara itu satuan sekuenstratigrafi merupakan satuan yang dihasilkan akibat dari revolusi pemikiran konsep geologi. Hal ini juga didukung oleh pesatnya ketersediaan data, baik jenis maupun jumlahnya, sehingga hasil integrasi ini memberikan pola pikir yang berubah drastis.

Salah satu satuan yang rasanya perlu dipertimbangkan untuk menjadi tambahan dalam Sandi Stratigrafi Indonesia adalah Pedostratigrafi. Hal ini didasari pada karakteristik Indonesia yang mempunyai 4 iklim yang berimplikasi pada Tingkat pelapukan batuan induk yang tinggi. Kita ketahui lapisan tanah adalah produk erosional yang dihasilkannya. Sementara itu erosi merupakan faktor utama yang menyebabkan *soil damage*, *soil loss* dan *soil degradation*. Implikasi langsung terjadi pada kehidupan manusia seperti kelangsungan produk pertanian yang terganggu, kelanjutan dari lingkungan hidup, dan gerakan tanah. Hal ini perlu rasanya didiskusikan lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Prof. Dr. Ir. H. Adjat Sudradjat, M.Sc atas bimbingan, arahan dan diskusinya berkaitan dengan penulisan paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alzwar, M., Akbar N., dan Bachri S., 1992. Geologi lembar Garut dan dan Pameungpeuk, Jawa, Lembar 1208-6 dan 1208-3, Sekala 1: 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Departemen Pertambangan Energi.
- Camus, G., Gourgaud, A., Mossand-Berthommier, P., Vincent, P., 2000. Merapi (Central Java, Indonesia) an outline of the strctural and magmatological evolution, with a special emphasis to the major pyroclastic events. J. Volcanol. Geotherm. Res. 100 (1-4), p 139-163.
- Gertisser, R., Charbonnier, S.J., Keller, J., Quidelleur, X., 2012. The geological evolution of Merapi volcano, Central Java, Indonesia. Bull Volcanol 74. p 1213-1233
- Groppelli, G dan Molist, J.M., 2013, Volcanic Stratigraphy-State of the Art, Ciencias da Terra (UNL), No.18, hal. 99-104.
- H.D. Hedberg (ed). tahun Introduction to an International Guide to Stratigraphic Classifiacation, Terminology, and Usage, report No. 7a; *Lethaia*, Vol 5, pp. 283-295.
- Koesoemadinata., R.P., 1997, Sikuen Stratigrafi, suatu pergeseran paradigma dalam ilmu Geologi, Proseding ke-25, PIT. Ikatan Ahli Geologi Indonesia, hal. 542-563.
- Marks, P. , Stratigraphic Lexicon of Indonesia, 1957, Publikasi Keilmuan No. 31, Seri Geologi, Pusat Jawatan Geologi Bandung, Kementerian Perekonomian Republik Indonesia, 233 halaman berikut 6 lampiran kolom stratigrafi
- Marti., J., Gropelli, G., dan da Silverira., A.B., 2018, Volcanic Stratigraphy : A Review, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 357, hal. 68-91.
- Martodjojo., S, dan Djuhaeni., 1973, Sandi Stratigrafi Indonesia, Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, Ikatan Ahli Geologi Indonesia, 20 halaman.
- North American Stratigraphic Code, North American Commision on Stratigraphic Nomenclature, 1983, AAPG Bull, Vol. 89, No. 11, pp. 1547-1591
- Sandi Stratigrafi Indonesia 2023, revisi kedua Sandi Stratigrafi Indonesia 1996, diterbitkan oleh Ikatan Ahli Geologi Indonesia, 42 halaman.
- Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996, revisi pertama Sandi Stratigrafi Indonesia 1973 diterbitkan oleh Ikatan Ahli Geologi Indonesia, 34 halaman.
- Syafri, I., Sudrajat., A., Sulaksana., N, dan Hartono., G, 2010, The Evolution of Gajahmungkur Paleovolcano, Wonogiri, Central Java, as a reference to revise the terminology of Old Andesite Formation, Jurnal Geologi Indonesia, vo;. 5, No. 4, p.263-268.
- The Geological Survey of Indonesia. 1961. Atlas Stratigraphic Lexicon of Indonesia. Publikasi Keilmuan No.31 A seri Geologi, 135 halaman.
- Tjia, H.D., 1981, Volcanostratigraphy, Bull. Dep. Teknik geologi ITB, Jil/Vol. 5., hal.27-35.
- Wirakusumah AD, Juwarna H, Loebis H (1989) Peta Geologi Gunungapi Merapi, Jawa Tengah (Geologic map of Merapi volcano, Central Java), 1:50,000.

SUSUNAN KOMISI SANDI STRATIGRAFI INDONESIA	
Soejono Martodjono	Ketua
A. Sudradjat	Sekretaris
A. Pulunggono	Anggota
G.A.S. Nayoan	Anggota
H.M.S. Hartono	Anggota
Darwin Kadar	Anggota
F. Hchuwat	Anggota
M. Koesmono	Anggota
Harsono Pringgoprawiro	Anggota
A.R. Udin Adinegoro	Anggota
M.M. Purbo-Hadiwidjojo	Redaksi
R.P. Koesoemadinata	Redaksi
Suharsono Wiryounjono	Redaksi

