

# SEJARAH ERUPSI GUNUNG MERAPI DAN DAMPAKNYA TERHADAP KAWASAN BOROBUDUR

*Drs. Subandriyo, M.Si*



## Sinopsis

Erupsi Gunung Merapi 2010 merupakan erupsi besar dengan indeks letusan VEI 4 dan bersifat eksplosif dengan mengeluarkan material lebih dari 100 juta M<sup>3</sup>. Material tersebut tersebar di sektor selatan dominan berupa endapan aliran awan panas (piroklastik), sedangkan di sektor barat dominan berupa material jatuhan (tefra). Candi Borobudur yang berjarak 27 km dari Merapi hanya terkena dampak abu vulkanik dengan ketebalan kurang dari 5 cm.

Berdasarkan kajian sejarah, beberapa kali letusan besar yang pernah terjadi di Gunung Merapi, Candi Borobudur tidak pernah terdampak langsung oleh awan panas. Erupsi Gunung Merapi 2010 dapat memberi gambaran tentang proses dan mekanisme serta dampaknya terhadap tata kehidupan di sekitarnya, sehingga bisa memberi inspirasi untuk menggali kembali sejarah Candi Borobudur secara lebih dalam dan lengkap.

## I. Pendahuluan

Sejarah merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia. Sejarah tidak hanya mencatat perilaku kehidupan manusia di masa lalu saja, tetapi mencakup interaksi antara manusia dengan lingkungan alam sekitarnya. Banyak contoh peristiwa alam yang akhirnya mengubah arah sejarah kehidupan manusia. Oleh sebab itu tidak salah bila para ahli geologi mengatakan "*the past key to the present and future*". Dengan mempelajari segala informasi yang terekam di dalam perlapisan bebatuan di alam, maka peristiwa masa lalu yang mungkin terjadi dapat diinterpretasi.

Salah satu peristiwa alam terpenting di bumi adalah proses vulkanisme yaitu serangkaian proses yang berkaitan dengan keluarnya magma ke permukaan bumi. Lingkungan sekitar Gunungapi dimana proses vulkanisme terjadi, pada umumnya merupakan daerah yang subur dengan sumberdaya alam melimpah sehingga budaya dan peradaban manusia berkembang. Di lingkungan Gunungapi terjadi interaksi yang saling mempengaruhi. Perkembangan peradaban di Jawa juga tidak bisa terlepas dari pengaruh aktivitas vulkanik, karena awal perkembangan peradaban Jawa sekitar abad ke-8 tidak jauh dari gunung api.

Sejarah Gunung Merapi mempunyai catatan yang paling lengkap di antara Gunungapi lain di Indonesia. Hal ini tidak terlepas dari perkembangan lingkungan budaya dan peradaban di sekitarnya, dimana Merapi pernah menjadi pusat

peradaban Jawa sejak abad ke-8 yang dibuktikan oleh candi-candi peninggalan yang bisa disaksikan hingga kini seperti Candi Borobudur, Candi Prambanan, Candi Sambisari dan sebagainya. Pada masa itu, dimana candi-candi tersebut sedang dibangun, aktivitas Gunung Merapi juga tinggi. Aktivitas erupsi Gunung Merapi paling intensif terjadi pada abad ke-12 sampai dengan abad ke-14. Tetapi tidak ada cukup bukti tertulis yang menjelaskan rangkaian sejarah erupsi tersebut. Oleh sebab itu, aktivitas Gunung Merapi menjadi kajian yang menarik, terutama yang berkaitan dengan dinamika perkembangan budaya dan peradaban Jawa. Dengan kata lain bisa dinyatakan erupsi Merapi sebagai penanda jaman.

## II. Sejarah Geologi

Hasil penelitian stratigrafi menunjukkan sejarah terbentuknya Merapi sangat kompleks. Wirakusumah (1989) membagi Geologi Merapi menjadi 2 kelompok besar yaitu Merapi Muda dan Merapi Tua. Penelitian selanjutnya (Berthomier, 1990; Newhall & Bronto, 1995; Newhall et.al, 2000) menemukan unit-unit stratigrafi di Merapi yang semakin detil. Menurut Berthommier (1990) sejarah Gunung Merapi dapat dibagi menjadi 4 periode :

- PRAMERAPI (+ 400.000 tahun lalu)

Periode ini menyisakan Gunung Bibi dengan magma andesit-basaltik berumur  $\pm$  700.000 tahun terletak 2,5 km di lereng timur Merapi termasuk Kabupaten Boyolali. Batuan Gunung Bibi bersifat andesit-basaltik namun tidak mengandung orthopyroxen.

- MERAPI TUA (60.000 - 8000 tahun lalu)

Pada masa ini mulai lahir yang dikenal sebagai Gunung Merapi yang merupakan fase awal dari pembentukannya dengan kerucut belum sempurna. Ekstrusi awalnya berupa lava basaltik yang membentuk Gunung Turgo dan Plawangan berumur sekitar 40.000 tahun. Produk aktivitasnya terdiri dari batuan dengan komposisi andesit basaltic dari awan panas, breksiasi lava dan lahar.

- MERAPI PERTENGAHAN (8000 - 2000 tahun lalu)

Terjadi beberapa lelehan lava andesitik yang menyusun bukit Batulawang dan Gajah Mungkur, yang saat ini nampak di lereng utara Merapi. Batuannya terdiri

dari aliran lava, breksiasi lava dan awan panas. Aktivitas Merapi dicirikan dengan letusan efusif (lelehan) dan eksplosif. Diperkirakan pernah terjadi letusan eksplosif dengan "*debris-avalanche*" ke arah barat yang meninggalkan morfologi tapal-kuda dengan panjang 7 km, lebar 1-2 km dengan beberapa bukit di lereng barat. Pada periode ini terbentuk Kawah Pasarubur.

- MERAPI BARU (2000 tahun lalu - sekarang)

Dalam kawah Pasarubur terbentuk kerucut puncak Merapi yang saat ini disebut sebagai Gunung Anyar yang saat ini menjadi pusat aktivitas Merapi. Batuan dasar dari Merapi diperkirakan berumur Merapi Tua. Sedangkan Merapi yang sekarang ini berumur sekitar 2000 tahun. Letusan besar dari Merapi terjadi di masa lalu yang dalam sebaran materialnya di dasar Candi Sambisari yang terletak  $\pm$  23 km selatan dari Merapi. Studi stratigrafi yang dilakukan oleh Andreastuti (1999) telah menunjukkan bahwa beberapa letusan besar, dengan indek letusan (VEI) sekitar 4, tipe Plinian, telah terjadi di masa lalu.

## III. Erupsi Gunung Merapi

### 1. Tipologi Erupsi

Telah banyak kajian tentang tipologi erupsi Gunung Merapi. Berdasarkan kejadian erupsi yang pernah terjadi, tipe erupsi Merapi ternyata bervariasi sehingga tidak bisa diklasifikasikan ke dalam satu tipe erupsi saja. Berdasarkan keragaman erupsi yang pernah terjadi, Hartmann membuat klasifikasi erupsi Merapi menjadi 4 tipe yaitu tipe A, tipe B, tipe C dan tipe D. Berturut-turut berkaitan dengan kualitas letusan yang makin besar, dimana kualitas letusan ditentukan oleh kandungan gas di dalam magma meskipun dijelaskan secara kuantitatif. Para ahli Gunungapimenyusun kriteria besaran letusan secara lebih kuantitatif berdasarkan jumlah material dikeluarkan dan ketinggian kolom letusan yang dinamakan VEI (*Volcano Explosivity Index*) dengan skala 0–8 (lihat Tabel berikut ini).

Tabel Ekuivalensi indeks letusan dengan tinggi kolom dan volume material (USGS)

VEI	Tinggi Kolom	Volume	Tipe erupsi	Contoh Letusan
0	< 100 m	1000-an m <sup>3</sup>	Hawaiian	Kilauea
1	100-1000 m	10.000-an m <sup>3</sup>	Strombolian	Stromboli
2	1-5 km	1.000.000-an m <sup>3</sup>	Vulcanian	Galeras (1992)
3	3-15 km	10.000.000-an m <sup>3</sup>	Vulcanian	Merapi (2006)
4	10-25 km	100.000.000-an m <sup>3</sup>	Plinian	Galunggung (1982)
5	>25 km	1-an km <sup>3</sup>	Plinian	St.Helens (1980)
6	>25 km	10-an km <sup>3</sup>	Ultra-Plinian	Krakatau (1883)
7	>25 km	100-an km <sup>3</sup>	Ultra-Plinian	Tambora (1815)
8	>25 km	1000-an km <sup>3</sup>	Ultra-Plinian	Toba (74 ribu tahun yll)

Tipe erupsi Gunung Merapi dapat dikategorikan sebagai tipe Vulkanian lemah. Tipe lain seperti Plinian merupakan tipe vulkanian dengan daya letusan yang sangat kuat. Erupsi Merapi pada umumnya tidak eksplosif dengan membentuk aliran piroklastik akibat longsornya kubah lava aktif yang terbentuk selama proses erupsi, yang biasa disebut awan panas guguran. Tetapi sesekali terjadi, terjadi erupsi eksplosif tanpa diawali oleh pembentukan kubah lava dan menghasilkan awan panas letusan seperti yang terjadi pada tahun 1872 dan 2010.

## 2. Statistik Erupsi

Merapi termasuk Gunungapi yang paling sering meletus. Memasuki abad 16 kegiatan Merapi mulai tercatat cukup baik. Pada masa ini terlihat bahwa waktu istirahat terpanjang pernah dicapai selama 71 tahun ketika jeda antara tahun 1587 sampai dengan tahun 1658. Kemudian sejarah letusan Gunung Merapi mulai tercatat cukup baik sejak tahun 1768. Namun demikian sejarah letusan yang lebih rinci dan kronologis baru dimulai pada akhir abad ke-19.

Pada periode 3000 – 250 tahun yang lalu tercatat lebih kurang 33 kali letusan, dimana 7 diantaranya merupakan letusan besar. Data tersebut menunjukkan bahwa letusan besar terjadi sekali dalam 150-500 tahun (Andreastuti dkk, 2000).

Pada periode Merapi modern telah terjadi beberapa kali letusan besar yaitu

abad ke-19 (tahun 1822, 1849, 1872) dan abad ke-20 yaitu 1930-1931. Erupsi abad ke-19 jauh lebih besar dari letusan abad ke-20, dimana awan panas mencapai 20 km dari puncak. Aktivitas Merapi pada abad ke-20 terjadi minimal 28 kali letusan, dimana letusan terbesar terjadi pada tahun 1931.

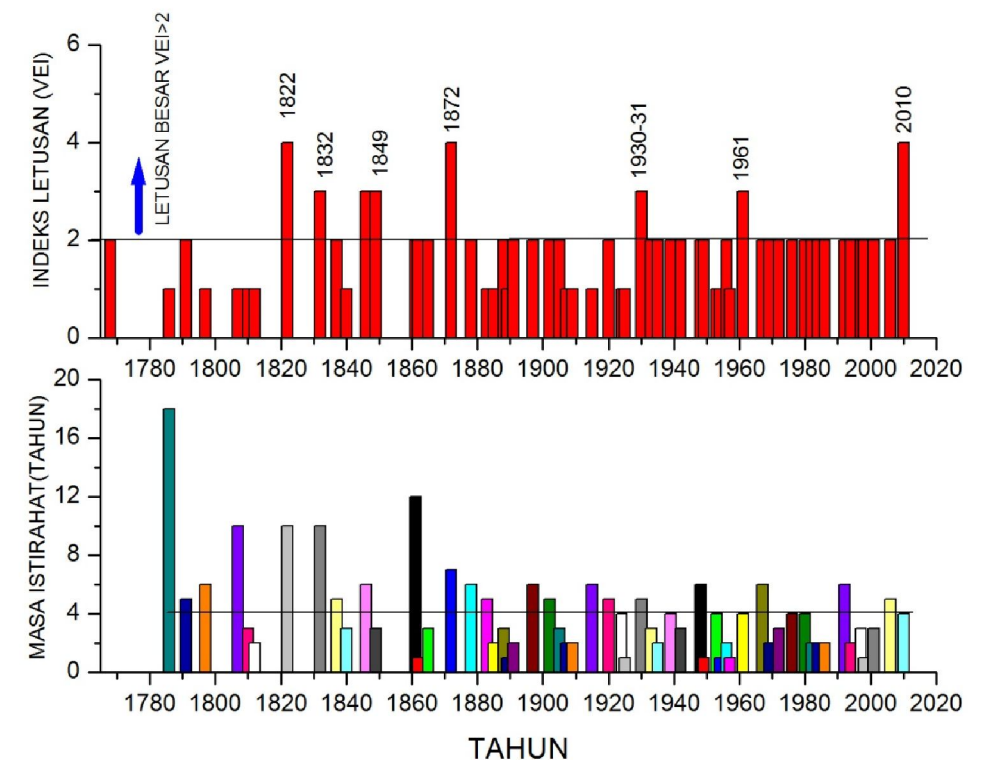
Sampai tahun 2010, sudah tercatat 84 kali kejadian. Selang waktu letusan berkisar antara 1 – 18 tahun, dengan rata-rata 4 tahun. Apabila dikaitkan dengan indeks letusannya terjadi bisa dibuat kriteria sebagai berikut :

Letusan dengan VEI 1-2, rata-rata terjadi setiap 4 tahun

Letusan dengan VEI 3, berpeluang terjadi setiap 10 – 30 tahun

Letusan dengan VEI 4, berpeluang terjadi setiap 100 – 200 tahun

Letusan dengan VEI 5, berpeluang terjadi setiap 250 – 500 tahun



Statistik erupsi Gunung Merapi antara 1768 – 2010. Gambar atas grafik indeks letusan VEI terhadap waktu, sedangkan gambar bawah grafik selang waktu erupsi terhadap tahun kejadian, dimana selang waktu rata-rata

### 3. Arah Letusan

Arah erupsi Gunung Merapi, baik yang kecil (normal) maupun besar yang bersifat eksplosif, mempunyai arah dominan ke sektor tertentu. Erupsi Merapi yang normal biasanya diawali dengan pertumbuhan kubah lava yang kemudian longsor membentuk awan panas guguran. Dalam kasus ini, arah bukaan kawah sangat menentukan arah utama awan panas. Dalam perkembangannya, kawah utama akan tertutupi oleh sisa-sisa kubah lava dari beberapa kali erupsi. Apabila sudah relatif penuh, erupsi berikutnya akan menjebol kubah lava lama sehingga ada kemungkinan terjadi perubahan arah erupsi.

Erupsi Gunung Merapi, normalnya diawali oleh pemunculan kubah lava dan diakhiri pertumbuhan kubah lava baru, setelah erupsi mencapai puncaknya. Pertumbuhan kubah lava selalu mencari zona-zona lemah yang dapat berupa celah antara lava lama dan lava sebelumnya dalam kawah aktif. Munculnya kubah ini dapat diawali dengan letusan vulkanian kecil ataupun hanya mendesak lava lama hingga menghasilkan guguran lava pijar. Hal ini sangat tergantung tekanan gas yang terbentuk ketika magma akan keluar dalam proses erupsi. Letusan awal ini yang akan membongkar sumbat lava lama, akan menentukan arah erupsi, bisa berubah atau masih mengikuti arah utama bukaan kawah.

Dalam sejarah erupsi Gunung Merapi, pernah beberapa kali terjadi perubahan arah erupsi akibat perubahan morfologi puncak. Beberapa letusan yang telah mengubah morfologi puncak antara lain letusan periode 1822-1823 yang menghasilkan kawah berdiameter 600 m, periode 1846 - 1848 (200 m), periode 1849 (250 – 400 m), periode 1865 - 1871 (250 m), 1872 - 1873 (480 - 600 m), 1930/1931 dan 2006.

### IV. Hubungan erupsi Merapi dengan candi-candi abad ke 8 - 10

Dugaan adanya letusan besar Gunung Merapi tahun 1006 hingga menyebabkan migrasi kerajaan Mataram ke Jawa Timur adalah tidak benar, sebab kerajaan sudah bergeser ke delta Brantas pada saat itu (Boechari, 1976). Tetapi apakah perpindahan itu disebabkan oleh erupsi Merapi sebelumnya?

Tidak bisa dipungkiri bahwa adanya hubungan kuat antara erupsi Merapi dengan keberadaan candi-candi di sekitarnya dan tentu dengan kehidupan masyarakat pada saat itu. Berdasarkan prasasti yang ditemukan menunjukkan

awal peradaban Hindu-Budha di Jawa Tengah dimulai sejak tahun 732 hingga tahun 928 M (Miksic, 1990). Candi-candi utama dibangun sampai tahun 856 M (Dumarcay, 1978). Candi Borobudur, pada awal pembangunannya antara tahun 760 – 770 M adalah merupakan bangunan Hindu Jawa dirancang dengan maksud yang belum jelas (Miksic, 1990). Apakah perubahan ke tema Budha pada tahun 780 M sebagai respon terhadap perubahan kekuasaan politik dari dinasti Sanjaya Hindu di Jawa Tengah utara ke Wangsa Syailendra (Budha) di Jawa Tengah selatan? atau apakah perubahan peta kekuatan politik tersebut akibat erupsi Merapi yang materialnya mengisi danau Borobudur?

Kekuasaan politik dipegang oleh Wangsa Syailendra antara tahun 780 – 832 M, dan kemudian dilanjutkan anak keturunan antara Wangsa Syailendra dan Wangsa Sanjaya sampai tahun 850 M. Pada masa inilah pembangunan Candi Borobudur diselesaikan dengan sedikit perubahan gaya. Selanjutnya pembangunan Candi Prambanan dan Sambisari, berlangsung pada tahun 856 M, bercorak Hindu. Pada akhir abad ke-9, pembangunan candi-candi di sekitar Merapi berhenti. Tidak jelas penyebabnya, apakah masalah, tenaga atau aktivitas erupsi Gunung Merapi.

Sebelum tahun 928 M, lebih dari 100 tulisan dalam batu (prasasti) dan tembaga dalam bahasa Sansekerta dan Jawa Kuno menjelaskan rinci tentang raja-raja lokal, perpajakan dan pengalihan harta kekayaan (de Casparis, 1950, 1988, Sarkar, 1971-1972). Letusan Gunungapinampaknya sudah menjadi hal biasa di dalam kosmologi Jawa. Permohonan kepada Roh (penguasa) Merapi dan beberapa Gunungapisudah menjadi kebiasaan dalam berdoa bagi penganut Budha dan Hindu. Bahkan hingga saat ini, tradisi ini belum hilang sepenuhnya dan menjadi bagian integral dari budaya Jawa.

Sebaliknya, selama periode dari 928 Masehi hingga abad ke-15, hanya ditemukan sebuah peninggalan tulisan di wilayah Jawa Tengah (Fontein, 1990). Tetapi jelas bahwa ada perpindahan Empu Sindhok ke Jawa Timur dan berkuasa hingga tahun 947 M (de Caparis, 1988). Alasan perpindahan ke Jawa Timur hingga saat ini masih menjadi teka-teki para ahli arkeologi dan sejarah sampai beberapa dekade (Dumarcay, 1986)

Dilihat dari situs arkeologi sekitar Merapi, ternyata masyarakat masih berada

di Jawa Tengah setelah tahun 928 M, tetapi sistem pemerintahan berubah dari terpusat menjadi pemerintah lokal (de Casparis, 1950). Berdasarkan temuan tembikar abad ke-10 dan ke-11 yang ditemukan di Jawa Tengah, menunjukkan bahwa di lokasi tersebut dikuasai secara menerus hingga periode tersebut. Bahkan Candi Sambisari tidak terpendam sampai abad ke 15, hingga kedatangan Islam di Jawa Tengah.

## V. Informasi Stratigrafi

Data endapan dan *radiocarbon* menunjukkan bahwa letusan eksplosif Merapi memberikan dampak luas pada pembangunan candi-candi, baik sebelum, pada saat, maupun sesudahnya (Newhall, 2000). Hasil kajian stratigrafi di sekitar candi menunjukkan pada umumnya candi-candi di sekitar Merapi tertutup oleh endapan lahar dan sebagian juga ditemukan lapisan bahan jatuhan (tefra).

Pada jarak 10 km dari puncak ke arah barat laut, paling tidak ditemukan 3 candi yang terkubur oleh endapan Merapi baru. Candi Lumbung terkubur 6-7 m tefra, endapan awan panas dan lahar. Berdasarkan *carbon dating*, endapan bawah terjadi setelah tahun 650 M, sedangkan endapan bagian atas terjadi setelah tahun 1500 M. Dasar Candi Pendem ditemukan endapan setebal 3 m, tersusun atas material bom vulkanik, yang menunjukkan berasal dari letusan yang eksplosif yang diperkirakan terjadi antara tahun 994 – 1186 M, atau sekitar 1 – 2 abad setelah selesai dibangun.

Di lereng barat Merapi, ketebalan endapan abu di Borobudur masih meragukan. Laporan dari tim ekspedisi restorasi Borobudur mengatakan bahwa endapannya terdiri dari volkanik debris dan soil. Moendardjito (1982) menyatakan bahwa hanya beberapa sentimeter saja lapisan abu yang menutup Candi Borobudur.

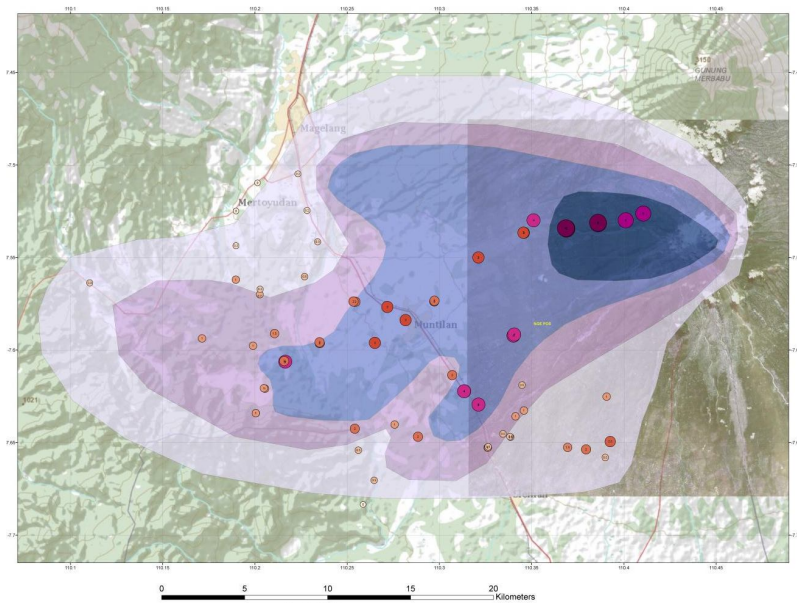
Danau Borobudur diperkirakan masih ada atau terbentuk kembali pada abad ke 12-13. Danau ini mengelilingi candi yang dibangun di atas bukit menjulang 15 m dari sekitarnya (Sampurno, 1969). Danau tersebut terisi air dalam beberapa tahun dan sedimennya terbentuk sekitar abad ke 13-14. Berdasarkan uji *soil* hasil eskavasi, dinyatakan bahwa tidak ada bukti adanya rawa didekatnya selama atau sejak awal dibangun, tetapi sedimen dan fragmen kayu yang ditemukan membuktikan adanya danau atau rawa (Thanikaimoni, 1983). Bukti adanya serbuk

sari pada bekas danau purba, tidak terdapat pada pasir dan tanah yang digunakan sebagai fondasi Candi Borobudur (Sampurno, 1969). Hal ini dikarenakan tanah di sekitar bukit Borobudur bukan merupakan bagian dari danau purba.

Berdasarkan penjelasan di atas, ada bukti stratigrafi bahwa erupsi Gunung Merapi mempunyai dampak hingga mencapai wilayah candi-candi yang ada, hingga radius 20 km bahkan 30 km, walaupun bukan satu letusan besar melainkan beberapa kali letusan. Erupsi Merapi jelas berpengaruh terhadap pelemahan peradaban Mataram di Jawa Tengah. Kejadian bencana akibat erupsi Gunung Merapi kemungkinan menjadi sebab perpindahan Empu Sindhok ke Jawa Timur, meskipun bukan pada tahun 1006 M sebagaimana hipoteses yang dikemukakan oleh van Bemmelen.

## VI. Erupsi Merapi 2010 dan dampaknya terhadap Candi Borobudur

Erupsi Gunung Merapi 2010, merupakan erupsi besar pertama setelah 80 tahun sejak erupsi besar tahun 1930 atau 1931 (VEI 3) tidak terjadi erupsi besar. Secara kronologis, erupsi diawali oleh letusan vulkanian dan menghasil semburan awan panas (*directed blast*) pada 26 Oktober 2010, pukul 17.02 WIB yang mengarah ke sektor selatan antara Kali Kuning dan Kali Gendol sejauh 8 km. Awan panas pertama ini menyapu Dusun Kinahrejo dan sekitarnya yang membawa korban tokoh terkenal, Juru Kunci Merapi Mbah Marijan dan 25 orang di sekitarnya. Setelah itu aktivitas erupsi sedikit mereda, tetapi suara gemuruh masih terus berlangsung. Aktivitas erupsi meningkat kembali pada tanggal 29 Oktober 2010. Erupsi tersebut menghasilkan awan panas yang makin membesar hingga mencapai puncaknya pada 5 Nopember 2010. Erupsi Merapi 2010 bersifat eksplosif membentuk kolom letusan setinggi 10 km dari puncak. Sedangkan awan panas (aliran piroklastik) yang utama mengarah ke Kali Gendol (tenggara) sejauh 15 km dari puncak. Bila dilihat pola kronologi erupsinya, lebih mirip dengan erupsi Merapi yang terjadi pada tahun 1872 dimana letusan awal terjadi pada 15 April 1872 kemudian reda selama 2 hari, baru pada 17 – 20 April 1872 terjadi letusan utamanya. Kawah yang terbentuk antara kedua letusan tersebut hampir sama dengan diameter antara 480-600 m.



Peta Isopach erupsi Gunung Merapi 2010 yang menunjukkan ketebalan tefra. Mulai warna biru tua - biru terang berturut turut mempunyai ketebalan 5,5 cm, 3,5 cm, 1,5 cm dan 0,5 cm. Volume tefra sebesar 15 juta m<sup>3</sup> (Pallister, 2011)

Erupsi Gunung Merapi menghasilkan endapan piroklastik yang berasal dari bahan jatuhan (tefra) dan aliran piroklastik (awan panas). Pada umumnya, erupsi Gunung Merapi lebih dominan berasal dari aliran piroklastik yang lebih dikenal sebagai awan panas guguran. Akan tetapi dalam kasus letusan eksplosif, seperti yang terjadi pada tahun 2010 ini, bahan tefra yang dihasilkan cukup besar. Berdasarkan hasil pemetaan isopach (Gambar 3), volume tefra yang dihasilkan mencapai 15 juta M<sup>3</sup>. Sementara itu, hasil estimasi ini berdasarkan nilai paparan emsisi gas SO<sub>2</sub> di atmosfer dari citra satelit OMNI, total produk material hasil erupsi tahun 2010 mencapai 110 juta m<sup>3</sup>. Jadi sisa material sebesar 95 juta m<sup>3</sup> berupa endapan awan panas yang mengalir ke sungai-sungai utama Gunung Merapi meliputi Kali Woro, Gendol, Kuning, Boyong, Krasak, Putih, Blongkeng, serta Kali Senowo, Trising, Apu dimana ketiga sungai yang terakhir ini bergabung di hilir menjadi Kali Pabelan. Arah awan panas dominan ke Kali Gendol dengan jumlah material mencapai 30 juta m<sup>3</sup>, terpapar hingga sejauh 15 km dari puncak.

Material jatuhan (tefra) yang dominan tersebar ke sektor barat, bersifat lepas dengan kandungan abu relatif tinggi sehingga mudah tererosi oleh air hujan

kemudian membentuk aliran lahar. Itulah mengapa pasca erupsi 2010, bencana lahar dominan di sektor barat, khususnya di alur Kali Putih dan Kali Apu. Kedua alur sungai ini akan menyatu di Kali Progo.

Berdasarkan peta isopach di atas, Candi Borobudur yang berjarak lebih dari 27 km dari puncak Merapi, hanya terkena oleh hujan abu dengan ketebalan 3-5 cm. Erupsi Merapi 2010 mempunyai indeks letusan VEI 4, merupakan salah satu letusan terbesar yang tercatat dalam sejarah selain letusan tahun 1822 dan 1872. Berdasarkan kajian ancaman, bahwa letusan besar Gunung Merapi dengan indeks letusan VEI 3-4 hanya berdampak hujan abu vulkanik di sekitar Candi Borobudur. Hasil survei stratigrafi endapan di sekitar Candi Borobudur, tidak ditemukan endapan awan panas. Artinya bahwa lingkungan Candi Borobudur sejak dibangun pada abad ke-8 tidak pernah terkena dampak awan panas secara langsung oleh erupsi Gunung Merapi.

Paska erupsi 2010, ancaman bencana yang dominan sektor barat Gunung Merapi adalah banjir lahar yang terjadi di alur Kali Putih dan Kali Pabelan yang merupakan gabungan dari tiga sungai yaitu Kali Senowo, Kali Trising dan Kali Apu. Semua sungai utama di sektor barat seperti Kali Krasak, Kali Putih dan Kali Pabelan akan bermuara ke Kali Progo dimana hulunya dekat dengan Candi Borobudur. Melihat masifnya endapan lahar yang volumenya mencapai puluhan juta meter kubik dalam satu kali letusan, sangat mungkin endapan sedimen lahar secara kumulatif dari berkali-kali erupsi akan memenuhi alur Kali Progo. Disamping itu arah alur Kali Progo dari utara-selatan relatif tegak lurus dengan sungai-sungai yang berhulu di Gunung Merapi dengan arah timur-barat, akan mengurangi laju aliran utama Kali Progo yang membawa sedimen lahar menuju laut selatan. Fenomena ini memperkuat hipotesis terbentuknya rawa di sekitar Candi Borobudur yang terjadi pada periode abad ke 12 - 14.

## VII. Penutup

Berdasarkan sejarah geologi Gunung Merapi, letusan besar dengan indeks letusan VEI 5 pernah terjadi pada prasejarah yaitu periode Merapi Pertengahan (8000 – 2000 tahun yang lalu), dimana peradaban Jawa belum berkembang. Pada periode Merapi Baru (sejak 2000 tahun yang lalu), peradaban Jawa mulai berkembang. Ada interaksi yang jelas antara aktivitas Gunung Merapi dengan

dinamika perkembangan peradaban di sekitarnya, baik dari aspek filosofi budaya yang berkembang saat itu maupun aspek ancaman bencananya.

Erupsi Gunung Merapi 2010 yang merupakan erupsi besar dan eksplosif dengan indeks letusan VEI 4 bisa digunakan sebagai refleksi untuk melihat mekanisme dampak erupsi Merapi terhadap Candi Borobudur yang terjadi pada masa lalu. Erupsi Merapi dengan indeks letusan VEI 4, awan panas kemungkinan besar tidak akan menjangkau kawasan Borobudur. Pada erupsi Gunung Merapi 2010, Candi Borobudur hanya terpapar hujan abu dengan ketebalan 3–5 cm.

Diskripsi sejarah erupsi Gunung Merapi ini bisa memberi gambaran tingkat kerentanan kawasan Candi Borobudur dari ancaman bahaya Gunung Merapi baik ancaman primer berupa awan panas dan ancaman sekunder berupa aliran lahar. Hal ini penting sebagai acuan dalam menyusun rencana dan strategi untuk konservasi Kawasan Borobudur sebagai salah satu warisan dunia.

### Daftar Pustaka

- Andreastuti, S.D, Alloway, B.V., Smith, E.I.M. 2000. *A detailed tephrostratigraphic framework at Merapi Volcano, Central Java, Indonesia: Implications for eruption prediction and hazard assessment*, J. Volcanology and Geothermal Research. 100, 51-67
- Van Bemmelen, R.W. 1956. *The influence of geological events on humans history (an example from Central Java)*, Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouw, Genootschap. 16, 20-36
- Berthommier, P.C. 1990. *Etude volcanologique du Merapi (Centre Java) Tephrostratigraphie et chronologie-mechanismes eruptifs*. Unpublished thesis, University of Blaise Pascal, Clermont-Ferrand. 115 pp., annexes
- Boechari. 1976. *Some consideration problem of the shift of Mataram's center of government from Central to East Java in the 10th Century A.D.* Bulletin of the Research Center of Archeology of Indonesia, vol. 10, 26 pp.
- De Casparis, J.G. 1956. *Selected inscription from the 7th to the 9th century. A.D.*, Masa Baru, Bandung, 395 pp
- Dumarcay, J.. 1978. *Borobudur*. Kuala Lumpur, Oxford University Press, 72 pp.
- Dumarcay, J., 1986. *The Temples of Java*. Oxford University Press, Singapore, 101 pp.
- Hartmann, M.A., 1934. *Der grosse Ausbruch des Vulkanes G. Merapi (Mittle-Java) im Jahre 1972*, Natuurk, Tijdschr, Ned. Indie 94, 189-210
- Newhall, C.G., et all, 2000. *10,000 Years of Explosive Eruptions of Merapi Volcano, Central Java : archaeological and modern implications*, Journal Volc. And Geotherm. Res. 100, p. 43-45