

Petrogenesis Batuan Beku di Daerah Godean

Okki Verdiansyah

Jurusan Teknik Geologi STTNAS
okki.verdiansyah@sttnas.ac.id

Abstrak

Daerah Godean, merupakan bagian dari sabuk magmatisme Miosen Pegunungan Selatan Jawa, yang terdiri dari batuan intrusi, vulkanik, dan sedimen. Analisis petrogenesa diinterpretasi berdasarkan data geokimia dan petrografi basalt, untuk mengetahui tataan tektonik pada daerah Godean. Litologi didefinisikan sebagai andesit basaltik bertekstur interstitial dengan mineralogi dominan plagioklas, piroksen-klino, olivin, magnetit dengan diikuti diagenesa smektit dari glass. Perhitungan CIPW normatif menunjukkan batuan kaya plagioklas, piroksen $Mg > Ca$, dan magnetit $> ilmenit$. Analisis geokimia unsur utama batuan menunjukkan adanya diferensiasi magma dari basalt menuju dasit yang terbentuk dari magmatisme busur kepulauan tholietik – kapur alkali. Analisa unsur minor dan unsur jarang (REE) menunjukkan tipe magma sebagai basalt busur kepulauan dengan afinitas kapur alkali dimana magma berasal dari peleburan peridotit tanpa garnet dan membentuk magma dengan suhu sekitar $1150^{\circ}C$ dengan tekanan 10-13 kbar pada dapurnya.

Kata Kunci: Petrogenesis, magma, pegunungan selatan, basalt, Yogyakarta.

1. Pendahuluan

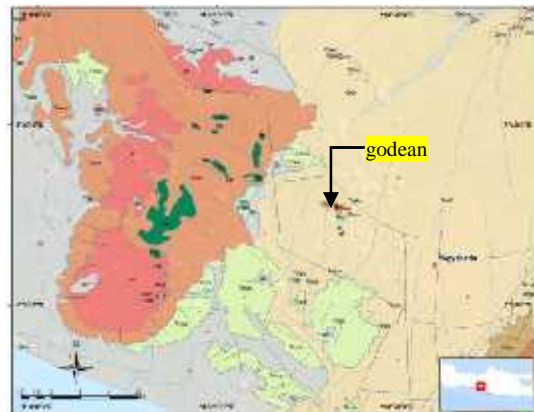
Fenomena geologi di Jawa Bagian Tengah selalu sangat menarik untuk dikaji dan diteliti, baik dalam aspek morfologi, stratigrafi, sedimentologi, petrologi, magmatisme, gunung api, serta mineral ekonomisnya. Pegunungan selatan Jawa, merupakan bagian dari magmatisme Oligosen – Miosen yang memanjang barat – timur yang diikuti karakteristik pada masing-masing segmennya.

Pada daerah Yogyakarta terdapat rangkaian pegunungan Kulon Progo, gunung api sepanjang Opak, dan Pegunungan Bayat – Baturagung, yang memiliki karakter khas masing-masingnya.

Daerah Godean, merupakan bagian dari sabuk magmatisme Miosen Pegunungan Selatan Jawa, yang terdiri dari batuan intrusi, vulkanik, dan sedimen.

Pembahasan magmatisme daerah pegunungan selatan identik dengan batuan andesitik sampai dasitik, dan selalu disimpulkan berdasarkan data tersebut. Penelitian ini, lebih berfokus kepada batuan basalt dimana batuan ini dianggap sebagai awal diferensiasi sebuah magma, sehingga petrogenesa batuan menjadi lebih tepat dilakukan.

Lokasi penelitian berada pada Gunung Wungkal, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Gambar 1), yang secara regional merupakan bagian dari Formasi Andesit Tua berumur Miosen.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dalam peta Geologi Regional Yogyakarta oleh Rahardjo dkk (1997). Terlihat pada daerah Godean Pada daerah Mujil dan Kalisongo termasuk dalam Old Andesit Formation (OAF) yang berada disekitar Formasi Sentolo, Formasi Nanggulan (Teon), Formasi Kebobutak (Tmok), dan intrusi andesit (a) dan diorit (Di).

2. Metode

Penelitian yang dilakukan melalui 4 tahapan utama, yaitu tahapan studi pustaka, tahapan pengambilan data dan observasi lapangan, tahapan laboratorium, dan tahapan interpretasi dan evaluasi.

Analisis petrografi dan geokimia batuan pada basalt. Analisa kimia batuan (oksida utama, unsur jejak dan unsur tanah jarang) dengan perangkat XRF (X ray fluorescences) dan ICP-OES oleh laboratorium PT. Intertek Utama Servis di Jakarta.

3. Kajian Pustaka

Studi petrogenesa batuan beku meliputi karakteristik sumber magma, kondisi *partial melting*, dan bagaimana perubahan yang terjadi pada saat pergerakan magma dan dalam kondisi pemenuhan dapur magma, yang dilakukan berdasarkan observasi yang meliputi pemetaan, petrografi, dan geokimia serta radiogenic pada sampel (Wilson, 2007). Petrogenesa berdasarkan karakteristik magma biasanya berhubungan dengan tataan tektonik tertentu (Tabel 1), dimana batuan yang berperan adalah basalt serta produk diferensiasinya.

Tabel 1. Karakteristik magma terkait jenis tataan tektonik.

	Plate margin	
<i>Tectonic setting</i>	Convergent (destructive)	Divergent (constructive)
<i>volcanic feature</i>	island arcs, active continental margins	mid-oceanic ridges back-arc spreading centres
<i>characteristic magma series</i>	tholeiitic calc-alkaline alkaline	tholeiitic
<i>SiO₂ range</i>	basalts and differentiates	basalts
	Within plate	
<i>Tectonic setting</i>	Intra-oceanic	Intra-continental
<i>volcanic feature</i>	oceanic islands	continental rift zones continental flood-basalt provinces
<i>characteristic magma series</i>	tholeiitic alkaline	tholeiitic alkaline
<i>SiO₂ range</i>	basalts and differentiates	basalts and differentiates

Telah lebih dari 20 tahun, batuan basalt telah dijadikan parameter untuk diskriminasi lokasi tektoniknya berdasarkan komposisi oksida utama seperti TiO₂-K₂O-P₂O₅ oleh Pearce et al (1977), TiO₂-MnO-P₂O₅ oleh Mullen (1983), komposisi unsur minor seperti Ti-Zr-Y oleh Pearce & Cann, (1973), Nb-Zr-Y oleh Meschede (1986), dan unsur jejak seperti Th-Hf-Ta oleh Wood et al (1979) dan Th/Yb vs Ta/Yb oleh Pearce 1982, yang membantu memahami petrogenesa vulkanisme masa lampau seperti diagram (dalam Wilson, 2007). Diagram diskriminasi terbaru adalah diskriminasi basalt dengan menggunakan unsur jejak dan unsur tanah jarang oleh Verma (2011), yang mampu membedakan lebih detil tektonik pembentukan basalt.

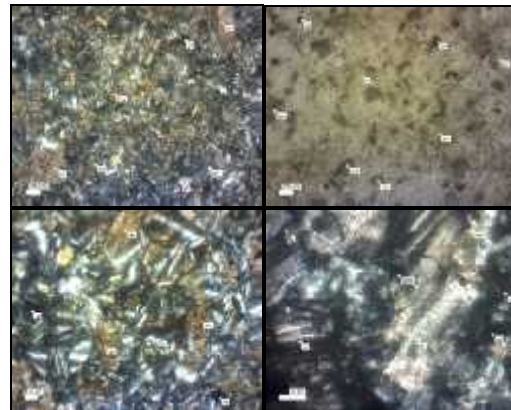
4. Hasil Penelitian

4.1. Karakteristik basalt

Litologi batuan beku basaltik pada daerah ini terdapat pada Gn. Wungkal pada koordinat 7°44' 34.4"S 110°16' 45.2"E dengan elevasi ± 200 mdpl, dengan lebar singkapan 2 m, yang terlihat memotong batuan dasit.

Analisa pada sampel BGD.01 ini menunjukkan bahwa batuan bernama Andesit basaltik dengan tekstur megaskopik berupa afanitik – kristal sangat halus, berwarna gelap (melanocratic), pada pengamatan petrografi (Gambar 2) terlihat tekstur batuan interstitial antara plagioklas – piroksen kuno – olivine, dengan ukuran kristal mineral 20 – 100 µm, dimana plagioklas (An₄₁₋₅₂) terlihat sebagai mikrolit dan kristal halus interstitial terhadap piroksen kuno (Augit dan Diopsid) yang banyak terdiagenesa menjadi smektit. Gelas vulkanik tidak banyak terlihat, karena lebih dominan terlihat sebagai diagenesa menuju smektit yang berasosiasi dengan piroksen. Semua mineral mafik memiliki bentuk anhedra, sedangkan plagioklas dominan subhedra. Magnetit pada batuan ini terlihat berbentuk euhedra sebagai kristal bebas diantara plagioklas.

Andesit basaltik ini, diinterpretasi sebagai batuan beku intrusi dangkal berdasarkan tekstur yang diamati dan hanya memiliki sedikit gelas vulkanik dan terlihat masif (tanpa vesikuler), dengan mineral opak diinterpretasi sebagai magnetit, sehingga batuan ini diinterpretasi sebagai hasil magmatisme busur kepulauan berafinitas kapur-alkali.



Gambar 2. Fotomikro sayatan tipis BGD_01, dengan tekstur interstitial, berkomposisi plagioklas [pl] 60%, piroksen kuno [cpx] (5%), olivin [ol] (2%), smektit [sm] (25%), magnetit [mt] (5%), dan gelas vulkanik [vg] (3%). (a) perbesaran 40x pada kondisi XPL, (b) perbesaran 40x pada PPL, (c) perbesaran 100 x pada XPL, dan (d) perbesaran 400 x pada XPL.

Analisa mineralogi berdasarkan data kimia utama, menggunakan CIPW-normatif (Tabel 2) menunjukkan batuan bernama andesit / basalt dengan mineral dominan plagioklas normatif sebanyak 57 % volum diikuti dengan mineral mafik kaya Mg-piroksen lebih dominan terhadap piroksen kuno, serta dengan magnetit lebih dominan dibandingkan ilmenit.

Tabel 2. Perhitungan CIPW Normatif sampel basalt Godean

Normative	BGD_01 (Basaltic Andesite)	
Minerals	Weight %	Volume %
Quartz	6.31	7.08
Plagioclase	52.29	57.43
Orthoclase	1.89	2.2
Diopside	8.33	7.51
Hypersthene	25.01	22
Wollastonite		
Ilmenite	1.5	0.94
Magnetite	4.35	2.49
Apatite	0.32	0.3
Zircon	0.01	0.01
Chromite	0.07	0.04
Pyrite	0.02	0.01
<i>Fe³⁺/(Total Fe) in rock</i>	30.03	30.03
<i>Mg/(Mg+Total Fe) in rock</i>	62.54	62.54
<i>Mg/(Mg+Fe²⁺) in rock</i>	70.47	70.47
<i>Mg/(Mg+Fe²⁺) in silicates</i>	77.42	77.42
<i>Ca/(Ca+Na) in rock</i>	68.33	68.33
<i>Ca/(Ca+Na) in plagioclase</i>	61.72	61.72
<i>Differentiation Index</i>	60.49	66.71
<i>Calculated density, g/cc</i>	2.98	2.98
<i>Calculated liquid density</i>	2.65	2.65
<i>Calculated viscosity, dry</i>	2.94	2.94
<i>Calculated viscosity, wet</i>	2.79	2.79
<i>Estimated liquidus temp.</i>	1150.53	1150.53
<i>Estimated H₂O content</i>	0.67	0.67

4.2. Petrogenesis batuan beku daerah Godean

Analisis oksida utama dari beberapa conto batuan daerah Godean, menunjukkan adanya proses diferensiasi magma mulai dari basalt menuju dasit (Gambar 4a), dengan afinitas toleitik sampai kapur-alkali (Gambar 4b-c) yang juga terdefinisi berada sebagai magmatisme busur kepulauan (Gambar 4d) dengan kedalaman subduksi sekitar 132-141 km (perhitungan Hutchinson, 1976). Pada analisis dengan menggunakan tabel diskriminasi dari data perhitungan rasio Nb/TiO₂, V/TiO₂, Y/TiO₂ oleh Verma & Agrawal (2011) juga menunjukkan magmatisme daerah Godean berasal dari busur kepulauan (Gambar 5).

Batuan basalt pada sistem magmatisme Godean, terlihat pada posisi awal diferensiasi atau dapat dikatakan belum mengalami diferensiasi, sehingga pada analisis petrogenesis selanjutnya basalt Godean dapat digunakan sebagai parameter utama petrogenesa daerah Godean.

Analisis unsur tanah jarang (REE) pada diagram *spider* normalisir REE/chondrite (Gambar 6) berdasarkan pendekatan diagram Nakamura, (1974 dalam Wilson, 2007) menunjukkan adanya gambaran turunnya unsur Eu yang menunjukkan adanya fraksinasi plagioklas atau keseimbangan pada sumber mantel asal magma tidak memiliki garnet yang terjadi pada lingkungan tektonik busur kepulauan kapur alkali (Wilson, 2007).

Magma pembentukan basalt pada daerah Godean menunjukkan suhu cairan / magma sekitar 1100 -

1150°C dengan tekanan pembentukan pada 10 – 13 kbar, berdasarkan pendekatan perhitungan CIPW-normatif dan kelompok mineralogi yang hadir pada model interval di Snake River Lake Basalt oleh Thompson (1972, dalam Wilson, 2007). Basalt Godean diinterpretasi berasal dari *partial melting* bukan magma primer, namun berasal dari fraksinasi olivine (Gill, 2010) berdasarkan nilai kadar unsur nikel pada basalt adalah 171 ppm (Ni<250).

5. Kesimpulan dan diskusi

Petrogenesis batuan beku daerah Godean merupakan bagian dari magmatisme busur kepulauan, berafinitas kapur-alkali yang berasal dari *partial melting* batuan peridotit tanpa garnet dengan tipe magma basaltik bersuhu sekitar 1150° pada dapur magmanya. Petrogenesis ini diharapkan menjadi data penunjang kuat magmatisme Pegunungan selatan, karena didasarkan analisis unsur yang lengkap dan menggunakan diagram diskriminasi tektonik terbaru oleh Verma & Agrawal (2011).

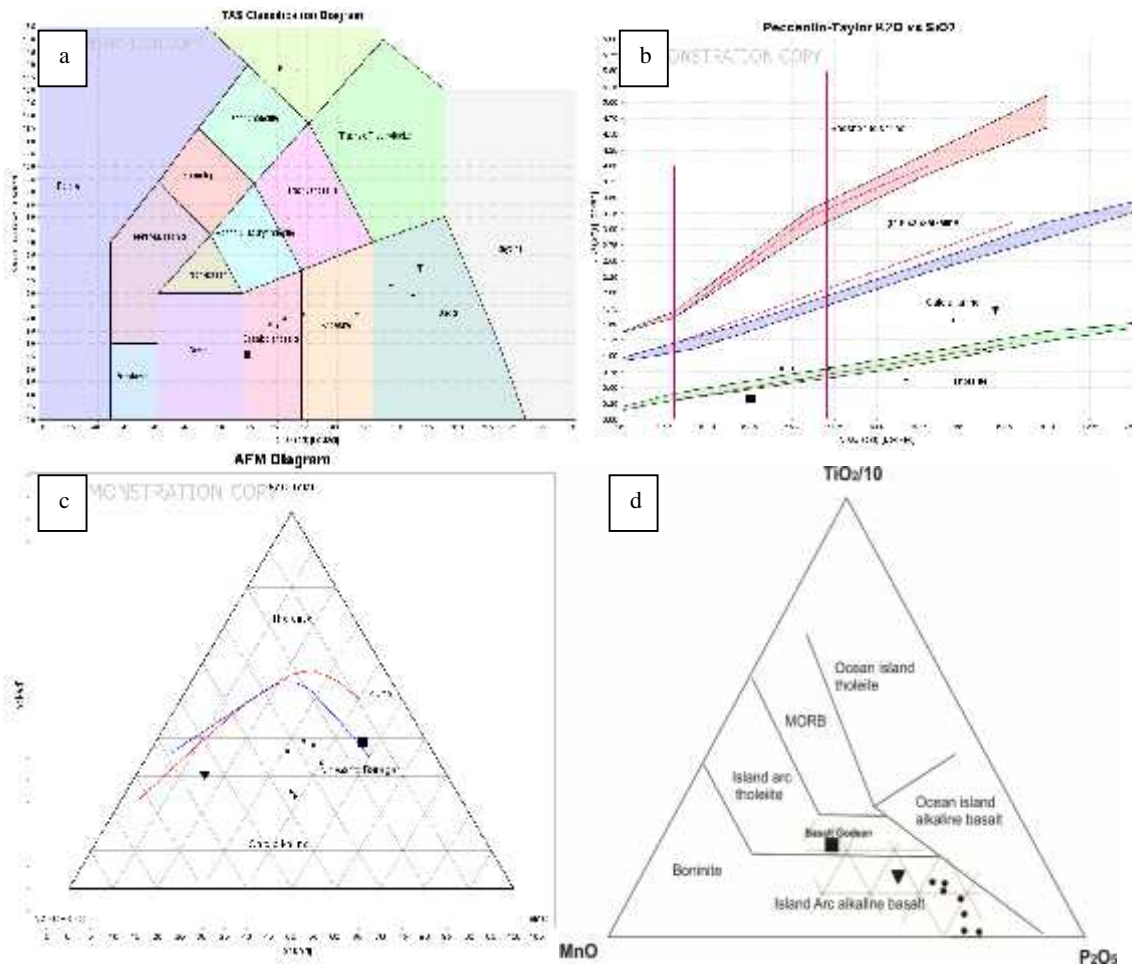
Magmatisme daerah Godean, masih perlu banyak data tambahan seperti *dating*, isotop dan data bawah permukaan untuk mengetahui lebih detil fenomena yang ada.

Ucapan Terima Kasih

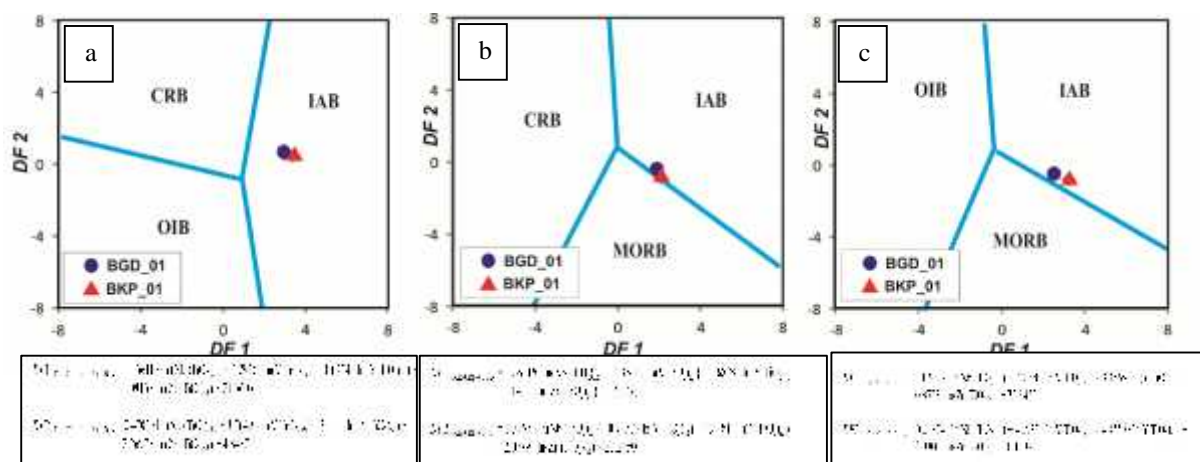
Penulis mengucapkan terimakasih kepada STTNAS, atas pembiayaan penelitian yang penulis lakukan.

Daftar Pustaka

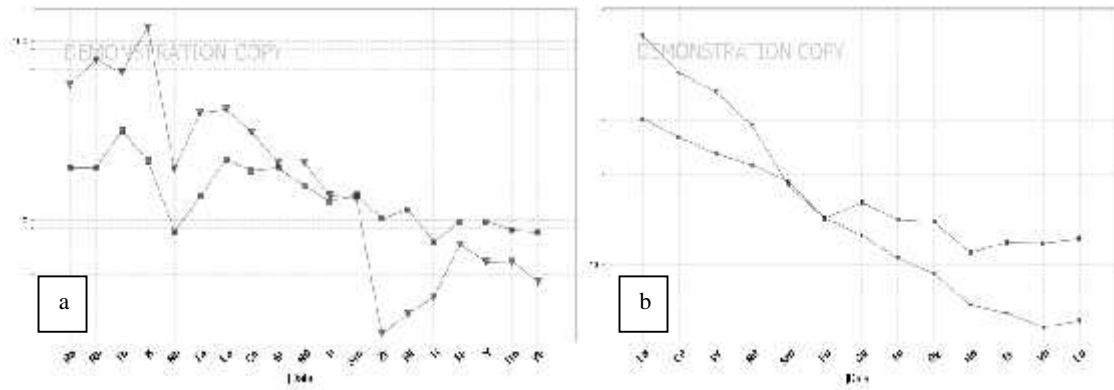
- Hutchison, C.S., 1976. Indonesian active volcanic arc: K, Sr, and Rb variation with depth to the Benioff zone. *Geology*, 4(7), pp.407-408.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, Rosidi, (1997), Peta Geologi Lembar Yogyakarta, PSG, Bandung
- Rollinson, H.,R., 1993, *Using Geochemical Data "Evaluation, Presentation, Interpretation"*, Prentice Hall.
- Verdiansyah, O., Studi Karakteristik dan Genesa Mineral Lempung Gunung Wungkal, Godean, Yogyakarta, Laporan penelitian STTNAS, 2016, tidak dipublikasikan.
- Verma, S.,P., Agrawal, S., 2011, New tectonic discrimination diagrams for basic and ultrabasic volcanic rocks through log-transformed ratios of high field strength elements and implications for petrogenetic processes., *Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 28, núm. 1, 2011, p. 24-44.
- Wilson, M., *Igneous Petrogenesis "A Global Tectonic Apporach"*, 2007, reprinted edition, springer, p. 480.



Gambar 4. Plotting geokimia sampel Godean hasil kompilasi (Bronto, dkk., 1999; Verdiansyah, 2016) dan sampel geokimia basalt (■), untuk menunjukkan posisi tektonik dan jenis magma daerah Godean. (a) pada TAS Diagram (Le Bas et al, 1986), (b) pada diagram K₂O – SiO₂ diagram (Peccerillo & Taylor, 1976 dalam Rollinson, 1993). (c) pada AFM diagram (Irvine & Baragar, 1971 and Kuno, 1968 dalam Rollinson, 1993), (d) pada TiO₂-MnO-P₂O₅ (Mullen, 1983 dalam Wilson, 2011).



Gambar 5. Plotting geokimia sampel Basalt Godean pada diagram diskriminasi Verma & Agrawal (2011), (a) antara CRB-OIB-IAB, (b) antara CRB – IAB – MORB, (c) antara OIB-IAB-MORB.



Gambar 6. Diagram *spider* hasil normalisir unsur tanah jarang (REE) terhadap *chondrite*, (a) Thompson (1982, dalam Rollinson, 1993), (b) Sun & Mc Donough (1995, dalam Rollinson, 1993)



SEMINAR NASIONAL
**REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL RETII Ke - 11 TAHUN 2016**

Pada hari ini Sabtu, tanggal 10 bulan Desember, tahun 2016 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) Ke -11, atas:

Nama Pemakalah : Okki Verdiansyah
Judul Makalah : *Petrogenesis Batuan Beku di Daerah Godean*
Pukul : 10.15 – 10.30 WIB
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281
Ruang : C.2
Moderator : Dr. Hita Pandita, ST. MT.
Notulen : Herning Dyah K. W. ST. M.Eng

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian Oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh moderator.

Jumlah Peserta yang Hadir : _____ Orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 10 Desember 2016

Ketua Panitia,

Moderator,

Pemakalah,

Dr. Ir. Sugiarto, MT.

Dr. Hita Pandita, ST. MT.

Okki Verdiansyah



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

NOTULEN JALANNYA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL RETII Ke - 11 TAHUN 2016

Nama Pemakalah : Okki Verdiansyah
Judul Makalah : *Petrogenesis Batuan Beku di Daerah Godean*
Pukul : 10.15 – 10.30 WIB
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281
Ruang : C.2

Jalannya Acara Seminar:

1. Pembukaan oleh Moderator.
2. Paparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah.
3. Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan dari Pemakalah.

Adapun pertanyaan/kritik/saran dari Peserta Seminar terhadap Pemakalah serta tanggapan Pemakalah adalah sebagai berikut:

Pertanyaan / Kritik / Saran	Tanggapan Pemakalah

4. Penutup: Oleh Moderator.

Yogyakarta, 10 Desember 2016

Ketua Panitia,

Moderator,

Pemakalah,

Dr. Ir. Sugiarto, MT.

Dr. Hita Pandita, ST. MT.

Okki Verdiansyah