



Karakteristik Struktur Mikro Komposit Aspal Silika Sekam Padi Dengan Variasi Komposisi (20%:80%, 15%:85% dan 10%:90%)

Qori Sari Dewi^a, Simon Sembiring^b, Syafriadi^c, dan Ediman Ginting

Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141

Article Information

Article history:
Received May 3rd, 2020
Received in revised form
May 30rd, 2020
Accepted June 10rd, 2020

Keywords: Asphalt, Silica, Rice Husk, SEM, XRD

Abstract

Synthesis and characterization of rice husk and asphalt silica composites with various compositions have been carried out 20%: 80%, 15%: 85% and 10%: 90%. Silica synthesis from rice husk wa carried out using the sol-gel method. The materials used are rice husks, solid asphalt, distilled water, gasoline, NaOH and HNO₃. This research was conducted of variations in the composition the effect of silica and asphalt on the microstructure and structure of the sample. The characterization results of Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS) on the surface of silica asphalt composites in the form of erratic clots and cracks on the surface of the sample with an average grain size of 3,483 μm , 8,127 μm , and 7,192 μm . The analysis EDS results in the elements content contained in the sample elements of carbon (C), silicon (Si), oxygen (O), a little element of sulfur (S) and aluminum (Al). Then, the results of the X-Ray Diffraction (XRD) characterization obtained the structure of amorphous silica and amorphous carbon.

Informasi Artikel

Proses artikel:
Diterima 3 Mei 2020
Diterima dan direvisi dari
30 Mei 2020
Accepted 10 Juni 2020

Kata kunci: Aspal, Silika, Sekam Padi, SEM, XRD

Abstrak

Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi komposit silika sekam padi dan aspal dengan variasi komposisi 20%:80%, 15%:85% dan 10%:90%. Sintesis silika dari sekam padi dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel. Bahan yang digunakan adalah sekam padi, aspal padat, akuades, bensin, NaOH dan HNO₃. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh variasi komposisi silika dan aspal terhadap struktur mikro dan struktur dari sampel. Hasil karakterisasi Scanning Electron Microscopy dan Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS) memperlihatkan permukaan komposit aspal silika terdapat gumpalan dan retakan pada permukaan sampel dengan ukuran butir rata-rata 3,483 μm , 8,127 μm , dan 7,192 μm . Hasil analisis EDS terdapat unsur penyusun yang terkandung dalam sampel seperti unsur karbon (C), silikon (Si), oksigen (O), sedikit unsur sulfur (S) dan aluminium (Al). Kemudian, hasil karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD) diperoleh struktur silika amorf dan karbon amorf.

1. Pendahuluan

Dalam pembangunan yang berkembang pesat di Indonesia sangat diperlukan bahan bangunan yang berkualitas. Bahan bangunan yang dibutuhkan dengan kualitas baik adalah genteng (Prianto, 2013). Genteng merupakan unsur bangunan dengan beberapa jenis yakni, genteng keramik dan genteng aspal (Zacoeb, 2013). Genteng aspal merupakan salah satu jenis genteng yang terbuat dari campuran aspal yang memiliki beberapa keunggulan antara lain, fleksibel, ringan dan mudah dipasang. Aspal merupakan senyawa hidrokarbon dengan bahan utamanya karbon, hidrogen, dan atom-atom seperti sulfur, oksigen dan nitrogen dalam jumlah kecil (Susanto *et al.*, 2014). Penggunaan aspal sebagai bahan lapis atap perumahan semakin banyak dibutuhkan dan kini bahan atap yang sering digunakan bervariasi, baik yang dibuat dari bahan keramik, seng, multiroof, aspal, dan lain-lain

* Corresponding author.

E-mail address: (a)qorisaridewi@gmail.com, (b)simon.sembiring@fmipa.unila.ac.id, (c)syafriadi.fmipa.unila.ac.id

(Isma, 2019). Aspal memiliki sifat porositas, adhesi, kohesi dan ketahanan terhadap temperatur. Sifat ketahanan terhadap temperatur ini agar aspal tidak banyak berubah akibat perubahan temperatur, sehingga kondisi atap dapat bertahan lama (Sukirman, 2003). Metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan aspal salah satunya dengan penambahan aspal dengan bahan lainnya seperti silika (Ouyang *et al.*, 2015). Silika yang digunakan saat ini adalah silika sekam padi yang mempunyai sifat higroskopis sehingga dapat digunakan sebagai bahan penyerap air dan sebagai campuran aspal (Siriluk and Yuttapong, 2005; Zaky, 2007).

Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian dari hasil penggilingan padi yang cukup melimpah di Indonesia, berdasarkan data badan pusat statistik pada tahun 2015 produksi padi di Indonesia mencapai 75,36 juta ton (Syukri, 2017). Komposit aspal silika telah banyak digunakan dalam industri konstruksi untuk mengurangi penuaan, meningkatkan sifat mekanik dan fisis dari bahan aspal seperti kekuatan, kekakuan dan stabilitas termal (Saltan *et al.*, 2017). Pembuatan komposit aspal dengan silika dapat meningkatkan kemampuan aspal menahan deformasi pada suhu tinggi, tahan terhadap kelembaban dan ketangguhan terhadap beban berat (Shi *et al.*, 2018). Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit aspal dan silika sekam padi untuk mengetahui struktur mikro, unsur penyusun yang terbentuk dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS), dan untuk mengetahui fasa yang terbentuk dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD).

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah silika sekam padi, aspal beku, NaOH, HNO₃, akuades dan bensin. Penelitian ini menggunakan 2 tahap yakni dengan menggunakan metode ekstraksi alkalis dan reaksi padatan.

2.1 Ekstraksi Silika Sekam Padi

Sekam padi terlebih dahulu dipreparasi dengan membersihkan sekam padi, sebelum sekam padi diekstraksi dengan metode alkalis. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu sekam padi ditimbang sebanyak 500 gram. Kemudian dimasukkan kedalam beaker glass yang berisi NaOH 1,5% sebanyak 5 liter hingga sekam padi terendam. Selanjutnya, dipanaskan dengan kompor listrik 600 watt selama 30 sambil terus diaduk. Lalu didiamkan selama 24 jam dengan ditutup plastik *cling wrap*. Ampas sekam padi disaring dari ekstrak sekam padi, agar diperoleh sol silika. Langkah selanjutnya sol silika diteteskan larutan HNO₃ 10% sebanyak 1 liter sedikit demi sedikit untuk memperoleh gel silika dengan menggunakan *magnetic stirrer* agar larutan homogen. Kemudian gel silika yang terbentuk didiamkan selama 24 jam. Setelah itu didapatkan gel silika yang berwarna coklat kehitaman, lalu gel silika dicuci dengan air hangat hingga gel menjadi berwarna putih. Gel silika dikeringkan dengan oven pada suhu 110°C selama 3 jam hingga diperoleh silika padatan, lalu digerus hingga halus dan diayak menggunakan 250 mesh agar ukuran partikelnya menjadi lebih halus.

2.2 Pembuatan Paduan Silika Aspal

Paduan silika aspal yang digunakan yaitu 20%:80% (SA1), 15%:85% (SA2), 10%:90% (SA3). Langkah pertama yang dilakukan adalah aspal dipanaskan dan ditambahkan dengan bensin 20 ml, kemudian campuran silika dalam larutan yang telah dipanaskan dan diaduk hingga tercampur. Lalu sampel dikeringkan dengan menggunakan oven selama 3 jam pada suhu 150°C. Selanjutnya sampel digerus kemudian diayak dengan ukuran mesh 150 untuk mendapatkan serbuk paduan silika aspal untuk dilakukan karakterisasi XRD. Setelah itu, sampel dibentuk pelet untuk dilakukan karakterisasi SEM.

2.3 Karakterisasi

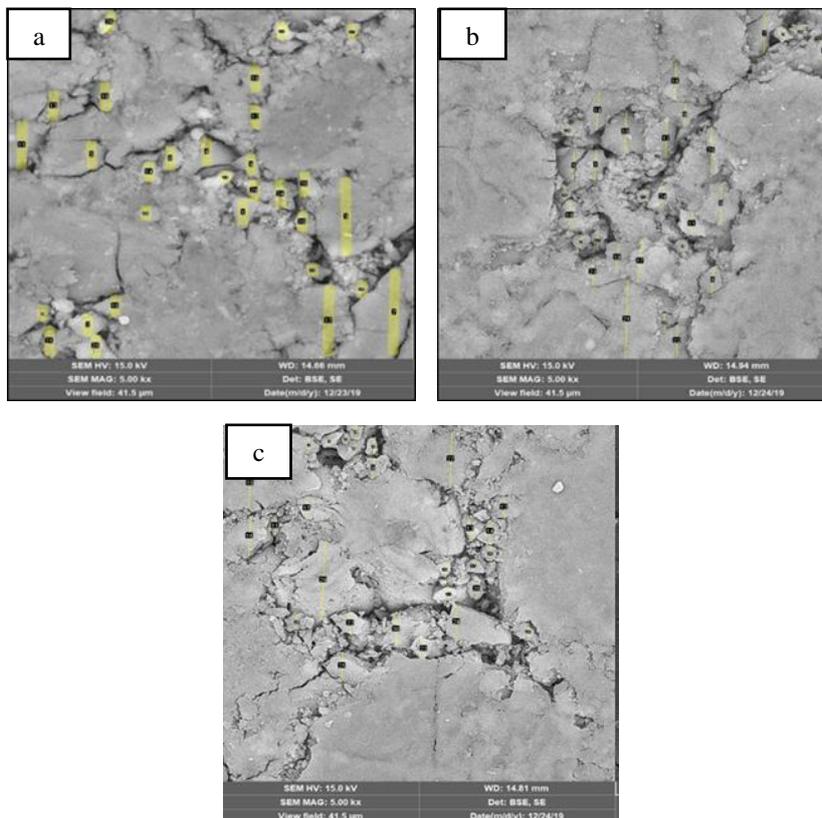
Karakterisasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah, karakterisasi *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) yang digunakan untuk menganalisis morfologi pada permukaan sampel dengan perbesaran 2000, 4000, 5000, 7000 dan 1000 kali dengan sampel berbentuk pelet dan untuk menganalisis unsur penyusun yang terkandung pada sampel. Karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk mengetahui struktur fasa yang terbentuk pada suatu bahan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Karakterisasi (SEM-EDS)

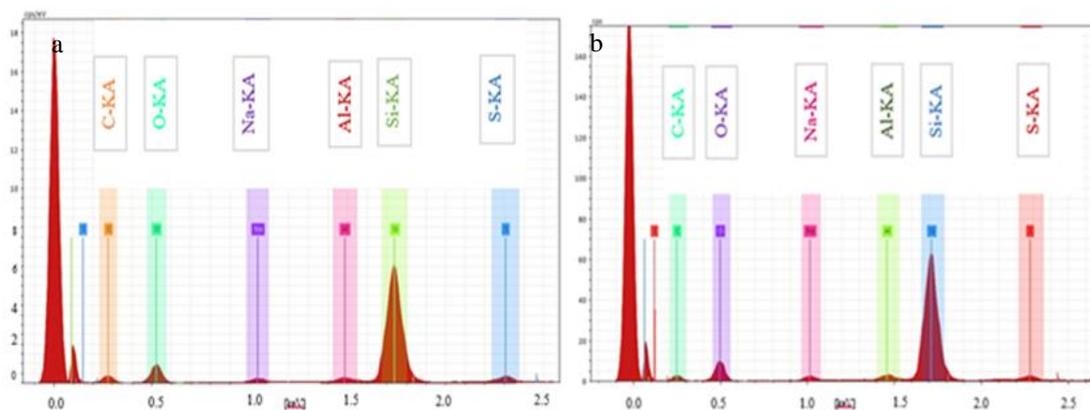
Karakterisasi SEM-EDS dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dan unsur penyusun yang terkandung pada sampel. Hasil analisis SEM pada sampel menggunakan perbesaran 5000 kali dan analisis ukuran butir menggunakan *software ImageJ*. Pada **Gambar 1**, menampilkan hasil analisis morfologi SEM pada sampel SA1 terlihat adanya gumpalan (*cluster*) dengan bentuk yang cukup beragam serta terdapat retakan (*cracking*). Adanya gumpalan menunjukkan bahwa partikel silika telah tertutupi oleh partikel aspal sehingga ukuran butir menjadi

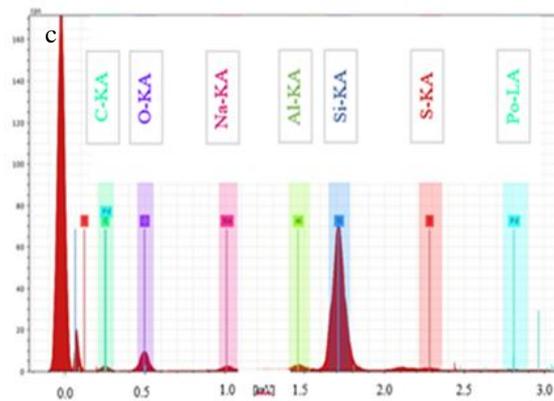
lebih besar. Ukuran butir pada sampel diolah dengan menggunakan *software ImageJ* seperti pada **Gambar 1**, yang diberikan tanda garis berwarna kuning. Diperoleh ukuran butir berkisar $1,538 \mu\text{m} - 10,332 \mu\text{m}$ dengan ukuran rata-rata sebesar $3,483 \mu\text{m}$. Sampel SA2 menunjukkan adanya retakan (*cracking*) yang lebih banyak dengan bentuk yang terlihat bulat, memiliki gumpalan yang lebih besar dan ukuran butir berkisar $1,911 \mu\text{m} - 22,987 \mu\text{m}$ dengan ukuran rata-rata sebesar $8,127 \mu\text{m}$. Sampel SA3 terlihat adanya gumpalan yang lebih besar dengan ukuran butir berkisar $2,446 \mu\text{m} - 22,852 \mu\text{m}$ dengan ukuran rata-rata sebesar $7,192 \mu\text{m}$.



Gambar 1. Morfologi SEM (a) SA1, (b) SA2 dan (c) SA3

Hasil analisis EDS sampel SA1, SA2 dan SA3 pada **Gambar 2**, menunjukkan adanya unsur dominan yakni unsur karbon (C), oksigen (O), silikon (Si), dan unsur minoritas seperti unsur sulfur, sodium dan aluminium. Seiring dengan penambahan silika dan pengurangan aspal mengakibatkan kadar unsur silikon semakin meningkat dan kadar unsur karbon semakin menurun. Hal ini sesuai dengan hasil morfologi sampel dimana dengan penambahan silika dan pengurangan aspal mengakibatkan butiran pada sampel menjadi dominan berwarna terang yang mengindikasikan adanya unsur silikon dan sedikit butiran berwarna gelap yang mengindikasikan adanya unsur karbon. Kehadiran unsur aluminium berasal dari zat pengotor saat proses pengolahan aspal menjadi serbuk (Simanjuntak *et al.* 2012), unsur sulfur berasal dari pencampuran aspal dengan silika, sedangkan unsur natrium berasal dari ekstraksi silika sekam padi dengan menggunakan larutan NaOH.





Gambar 2. Hasil Analisis EDS (a) SA1, (b) SA2 dan (c) SA3

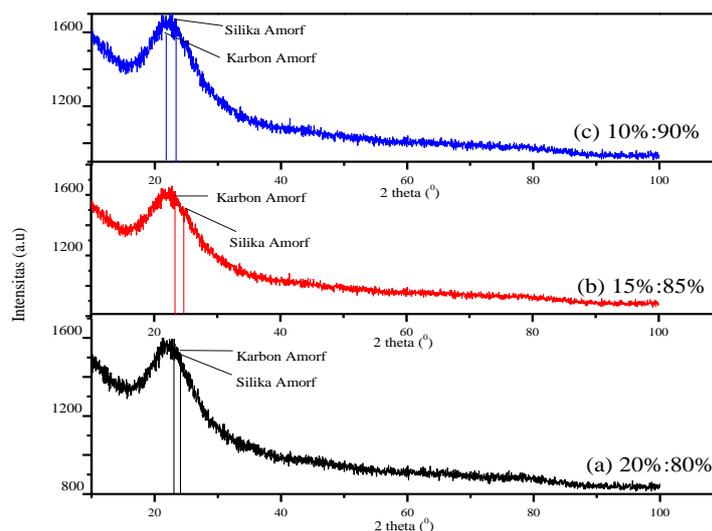
Pada sampel SA1 menunjukkan adanya unsur yang dominan yakni unsur oksigen sebesar 36,12%, unsur silikon sebesar 28,17%, unsur karbon sebesar 29,43% dan sedikit unsur sulfur, sodium dan aluminium. Pada sampel SA2 menunjukkan dengan adanya penambahan silika dan pengurangan aspal menyebabkan unsur silikon meningkat menjadi 29,68% dan unsur karbon menurun sebesar 27,68%. Unsur pada sampel SA3 berbeda dengan sampel sebelumnya yang menunjukkan adanya unsur palladium sebesar 0,45%. Komposisi aspal yang semakin sedikit dan penambahan silika yang semakin banyak mengakibatkan persentase kadar unsur karbon menurun menjadi 23,44% dan persentase kadar unsur silikon meningkat menjadi 32,70%. Persentase kadar unsur sulfur semakin menurun seiring dengan pengurangan aspal. Persentase unsur aluminium semakin meningkat hal ini disebabkan semakin banyak zat pengotor yang terdapat pada sampel. persentase sodium semakin meningkat dikarenakan pengurangan aspal yang semakin sedikit sehingga unsur sodium tidak dapat diserap oleh aspal sehingga unsur sodium menjadi lebih banyak.

Unsur Kimia	Massa Unsur Sampel SA1 (%)	Massa Unsur Sampel SA2 (%)	Massa Unsur Sampel SA3 (%)
O	36,12	36,51	37,70
C	29,43	27,68	23,44
Si	28,17	29,69	32,70
S	2,48	1,83	1,11
So	2,41	2,67	2,94
Al	1,39	1,62	1,66
Pd	-	-	0,45

Tabel 1. Persentase unsur penyusun pada sampel SA1, SA2 dan SA3

3.2 Hasil Karakterisasi XRD

Karakterisasi XRD dilakukan untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada sampel. Hasil XRD sampel komposit aspal silika terlihat pada **Gambar 3**, yang menunjukkan adanya struktur silika amorf dan karbon amorf. Struktur amorf silika terjadi dikarenakan silika memiliki susunan atom-atom yang teratur kemudian saat pencampuran aspal pada sampel mengakibatkan silika diisi oleh karbon sehingga susunan atom-atom berubah menjadi tidak teratur. Kehadiran karbon amorf pada sampel dikarenakan aspal telah bercampur dengan silika sehingga membentuk struktur amorf. Hasil pola difraksi pada sampel diperoleh silika amorf berada pada daerah $2\theta = 22^\circ$. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa silika amorf berada pada daerah $2\theta = 22^\circ$ (Bakar *et al.*, 2016). Selain itu, karbon berada pada daerah $2\theta = 21^\circ$ sampai dengan 22° . Sesuai dengan penelitian Ezzat *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa karbon amorf berada pada daerah $2\theta = 22^\circ$. Hasil analisis XRD pada **Gambar 3(a)** menunjukkan bahwa memiliki fasa silika amorf dimana terdapat puncak pada $2\theta = 22,06^\circ$ dan memiliki fasa karbon amorf pada $2\theta = 22,74^\circ$. Hasil analisis XRD pada **Gambar 3(b)** terdapat puncak fasa silika amorf pada $2\theta = 22,16^\circ$ dan terlihat puncak karbon amorf pada $2\theta = 22,65^\circ$. **Gambar 3(c)** memiliki fasa silika amorf pada $2\theta = 22,24^\circ$ dan fasa karbon amorf pada $2\theta = 21,60^\circ$.



Gambar 3. Grafik hasil analisis XRD (a) SA1, (b) SA2, dan (c) SA3.

Pada **Tabel 2**. Menunjukkan pola difraksi silika amorf dan karbon amorf mengalami perubahan 2θ pada setiap sampel berpengaruh pada sifat mekanik sampel yang dimana menyebabkan ikatan antar partikel pada sampel semakin berkurang sehingga sampel mudah patah atau rusak. Perubahan 2θ silika amorf dikarenakan susunan atom silika telah bereaksi dengan karbon, seiring dengan penambahan persentase silika yang semakin banyak maka semakin meningkat puncak amorf silika. Pola difraksi karbon amorf mengalami penurunan 2θ yang dikarenakan persentase silika bertambah dan pengurangan persentase aspal, mengakibatkan karbon tidak mampu untuk meningkatkan puncak amorf sehingga terjadi penurunan 2θ karbon amorf.

Tabel 2. Hasil pola difraksi dikisaran 2θ

Sampel	2θ Silika Amorf ($^{\circ}$)	2θ Karbon Amorf ($^{\circ}$)
20%:80% (SA1)	22,06	22,74
15%:85% (SA2)	22,16	22,65
10%:90% (SA3)	22,24	21,60

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa pengaruh penambahan silika dan pengurangan aspal dapat mengubah stuktur mikro komposit aspal silika dengan adanya retakan, gumpalan yang semakin besar dan ukuran butir pada masing-masing sampel berkisar $3,483 \mu\text{m}$, $8,127 \mu\text{m}$ dan $7,192 \mu\text{m}$, selanjutnya hasil EDS menunjukkan persentase kadar silikon (Si), oksigen (O) meningkat dan persentase kadar karbon (C), sulfur (S) semakin menurun. Kemudian berdasarkan hasil analisis XRD menunjukkan adanya perubahan 2θ silika amorf dan karbon amorf dengan intensitas puncak karbon yang menurun seiring dengan penambahan silika dan pengurangan aspal, pola difraksi karbon amorf berada didaerah 2θ antara 21° sampai dengan 22° .

5. Daftar Pustaka

- Bakar, R. A., Yahya, R. and Gan, S. N. 2016. Production of high purity amorphous silica from rice husk. *Procedia Chemistry*. Vol. 19. Hal. 189-195.
- Ezzat, H., Badaway, S.E., Gabr, A., Zaki, E.I., and Breakah E. 2016. Evaluation of Asphalt Binders Modified with Nanoclyand Nanosilica. *Procedia Engineering*. Vol. 143. Pp. 1260-1267.
- Isma, S., Sembiring, S., Simanjuntak, W. 2019. Karakteristik Fungsional Dan Sifat Fisis Aspal Akibat Penambahan Silika Sekam Padi. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. Vol. 07. No. 01. Pp. 77-82.
- Ouyang, C., Wang, S., Zhang, Y., and Zhang, Y. 2005 Low Density Polyethylene/Silica Compounds Modified Asphalts with High Temperature Stroge Stability. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol. 101. Pp. 472-479.
- Prianto, E., Dwiyanto, A. 2013. Profil Penutup Atap Genteng Beton Dalam Effisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Skala Rumah Tinggal. Modul. Vol. 13. No. 1. Pp. 23-25.

-
- Simanjuntak W., Sembiring, S., and Sebayang K. 2012. Effect of Pyrolysis Temperatures on Composition and Electrical Conductivity of Carbosil Prepared From Rice Husk. *Indonesian Journal of Chemistry*. Vol. 12. No. 2. Pp. 119-125.
- Siriluk & Yuttapong, S. 2005. Structure of Mesoporous MCM-41 Prepared from Rice Husk Ash. *The 8TH Asian Symposium on Visualization*. Chiangmai. Thailand.
- Susanto. A.H., Indriyanti. E.H., Edison. 2014. Permeability Campuran Hot Rolled For The Synthesis Bioactive Calcium Silicates. *Journal of Ghinese Chemical Letters*. Vol. 24. Pp. 170-172.
- Sukirman, S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta. Granit. Pp. 20-30.
- Zacoeb, A., Dewi, S. M., Jamaran, I. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Universitas Brawijaya*. Semen pada Genteng Beton Ditinjau dari Segi Kuat. Vol. 7. No. Pp. 81-87
- Syukri, I., Hindryawati, N., N.S. Julia. D. R. R. 2017. Sintesis Silika dari Abu Sekam Padi Termodifikasi 2-Merkaptobenzotiazol Untuk Adsorpsi Ion Logam Cd²⁺ dan Cr⁶⁺. *Jurnal Atomik*. Pp. 221-226.
- Zacoeb, A., Dewi, S. M., Jamaran, I. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Universitas Brawijaya*. Semen pada Genteng Beton Ditinjau dari Segi Kuat. Vol. 7. No. Pp. 81-87.
- Zaky.R.R., Hessien M.M., El-Miday A.A., Khedr M.H., Abdel-Aal E.A., El-Barawy K.A., 2007. Preparation of Silica Nanoparticles from SemiBurned Rice Straw Ash. *Powder Technology* 185, 31-35.