



Durabilitas *Roller-Compacted Concrete* (RCC) pada Perkerasan Jalan Ditinjau dari Kuat Tekannya¹

Durability of Roller-Compacted Concrete Pavement in terms of Compressive Strength

Dewi Sulistyorini^{a,2}, Detha Sekar Langit Wahyu Gutama^a, Karolus Boromeus Kalli^a, Jodiansyah^a, Albertus Ardiono Mere Rangga^a, Rinaldy Jery Mau^a

^a Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sarjananawiyata Tamansiswa, Jln Miliran No.16 Yogyakarta

ABSTRAK

Roller-Compacted Concrete (RCC) adalah beton yang dipadatkan dengan roller dan memiliki sifat yang cukup kaku dengan slump nol. Penggunaan perkerasan RCC memiliki beberapa keunggulan karena kuat, padat, dan tahan lama serta ekonomis. Bahan campuran yang digunakan adalah air, kerikil, pasir, semen *Portland Composite Cement* (PCC) dan *superplasticizer* (SPC). Benda uji silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm sebanyak 12 benda uji, dengan dua variasi perendaman yaitu air biasa dan larutan sodium sulfat (Na_2SO_4) dan dua variasi lama perendaman yaitu 14 dan 28 hari. Nilai uji kuat tekan rata-rata pada perendaman 14 hari air biasa dan larutan sodium sulfat sebesar 37,35 MPa dan 37,43 MPa. Sedangkan pada perendaman 28 hari diperoleh kuat tekan rata-rata yang direndam dengan air biasa dan larutan sodium sulfat sebesar 43,45 MPa dan 54,02 MPa. Berdasarkan hasil tersebut, kuat tekan silinder beton yang direndam sodium sulfat mengalami kenaikan dibandingkan perendaman air biasa. Hasil kuat tekan keseluruhan benda uji melebihi kuat tekan rencana 25 MPa, sehingga komposisi campuran RCC yang menggunakan PCC dan SPC memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan *pavement*.

Kata kunci: Beton RCC, Air Biasa, Kuat Tekan, Sodium Sulfat.

ABSTRACT

Roller-compacted concrete (RCC) is roller-compacted concrete that is quite stiff with zero slump. RCC pavement has several advantages because it is strong, dense, durable, and economical. The mixed materials used were water, coarse aggregate, fine aggregate, Portland Composite Cement (PCC), and superplasticizer (SPC). There were 12 cylindrical test specimens of diameter 15 cm and height 30 cm, with two variations of curing, namely plain water and sodium sulfate solution (Na_2SO_4), and two variations of curing time, 14 and 28 days. The average compressive strength test value at 14 days of immersion in plain water and sodium sulfate solution is 37.35 MPa and 37.43 MPa. At 28 days of curing, the average compressive strength obtained soaked with plain water and sodium sulfate solution is 43.45 MPa and 54.02 MPa. Based on these results, the compressive strength of concrete cylinders immersed in sodium sulfate has increased compared to ordinary water immersion. The results of the overall compressive strength of the test specimens exceeded the plan compressive strength of 25 MPa, so the composition of the RCC mixture using PCC and SPC has the potential to be used as pavement material.

Keywords: Roller Compacted Concrete, Water, Compressive Strength, Sodium Sulfate

¹ Info Artikel: Received: 27 September 2024, Accepted: 27 Desember 2024

² Corresponding Author: Dewi Sulistyorini, dewi.sulistyorini@ustjogja.ac.id

PENDAHULUAN

Roller-Compacted Concrete (RCC) adalah beton menggunakan pemadatan roller dan tidak mengeras saat dipadatkan. RCC merupakan campuran beton yang relatif kaku dengan nilai slump nol atau tidak ada rongga dan dipadatkan dengan menggunakan roller (ACI 207.5R-11, 2011). *Roller-Compacted Concrete* merupakan beton khusus yang kering dan tidak licin, terbuat dari agregat, air, dan kadar semen yang rendah, dan metode yang digunakan dengan meletakkan pemadat roller di jalan serta jalan raya, seperti halnya pondasi bangunan (Ashteyat et al., 2022). Beton RCC hampir sama dengan beton konvensional, namun memiliki perbedaan utama yaitu RCC umumnya tidak memasukkan udara, memiliki kadar air lebih rendah, memiliki kandungan pasta lebih rendah, dan RCC umumnya membutuhkan agregat halus yang lebih tinggi untuk membatasi segregasi (Guyer, 2023) serta menghasilkan pemadatan beton yang lebih baik (Calis & Yildizel, 2019), (Harrington et al., 2010). Komposisi RCC dari beberapa penelitian bahwa untuk membuat slump nol membutuhkan air dan semen sekitar 100 kg/m^3 dan $250\text{-}300 \text{ kg/m}^3$ agar pada usia beton 28 hari didapatkan kuat lentur minimal 5,0 Mpa (Sukmawan Hendriyanto, 2021).

Serangan sulfat merupakan gambaran reaksi kimia antara ion sulfat dan senyawa dari pasta semen yang terhidrasi. Pada saat beton terkena sodium sulfat, maka pH akan meningkat seiring waktu dan memiliki pengaruh pada hasil pengujian yaitu variasi panjang dan analisis mekanis (de Souza et al., 2020). Material semen saat berada di lapangan, terpapar lingkungan yang banyak mengandung sulfat, maka sangat penting untuk menguji ketahanan komposisinya terlebih dahulu (Jabbour et al., 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat, F dkk (P & Tanzil, 2013) bahwa faktor air semen sebesar 0,4 dan 0,5 akan berpengaruh pada kuat tekan beton yang direndam dalam air biasa memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang direndam dalam air yang ada sulfat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perendaman beton RCC pada variasi perendaman 14 dan 28 hari menggunakan air biasa dan sodium sulfat (Na_2SO_4) ditinjau dari kuat tekannya. Kuat tekan beton rencana sebesar 25 MPa. Banyak peneliti menggunakan semen *Ordinary Portland Cement* (OPC) untuk pembuatan RCC, namun masih sedikit peneliti yang menggunakan *Portland Composite Cement* (PCC) untuk pembuatan RCC. Oleh karena itu, penelitian ini membahas mengenai penggunaan PCC untuk pembuatan RCC.

METODE PENELITIAN

Material Penelitian

Bahan penelitian yang diperlukan untuk pembuatan beton RCC adalah agregat halus ukuran maksimum 4,75 mm dan ukuran maksimal 2,36 mm, agregat kasar ukuran maksimum 19 mm dan maksimum 12,7 mm, semen jenis Portland composite cement (PCC), *superplasticizer* (SPC) dari Lemkro-Admix 702 sebanyak 0,5% dari berat semen. Sodium sulfat (Na_2SO_4) untuk merendam beton RCC. Superplasticizer berfungsi untuk mengurangi jumlah air, mempercepat waktu ikat beton, menambah workability campuran beton dan beton jadi kedap air (Sitanggang et al., 2022).



Gambar 1. Agregat Halus dan Agregat Kasar



Gambar 2. Semen PCC, Superplasticizer dan Sodium Sulfat

Metode Pembuatan RCC

Langkah awal adalah mengetahui karakteristik agregat halus dan agregat kasar melalui pengujian yaitu uji gradasi, uji berat jenis, uji kadar air, uji kadar lumpur, uji kandungan zat organik (untuk agregat halus), dan uji berat satuan. Mix desain mengacu pada SNI (SNI-7656-2012, 2012) dan Surat Edaran Menteri PUPR (PUPR, 2016). Komposisi campuran seperti pada Tabel 1 di bawah ini. Pengujian kuat tekan merujuk pada SNI (SNI 1974-2011, 2011) cara menguji kekuatan tekan beton berbentuk silinder.

Langkah kedua membuat mix desain kemudian mencampur menggunakan molen. Metode pencampuran beton RCC sama seperti beton konvensional, hanya proses pemadatan yang berbeda. Sebelum dipadatkan, beton diuji slump untuk memastikan bahwa slump beton nol. Beton RCC dipadatkan menggunakan *vibrator hammer* sesuai yang ditetapkan (ASTM C1435 - C1435M-05, 2005). *Vibrator hammer* mempunyai berat $10 \pm 1,5$ kg, memiliki daya minimal 900 Watt, dan mampu menghasilkan tumbukan 2000 ± 200 tumbukan/menit. Pemadatan dilakukan pada 3 lapisan silinder selama 20 detik pada setiap lapis, seperti pada Gambar 3. Setelah itu didiamkan selama 24 jam, selanjutnya dilepas dari cetakan dan dilakukan perawatan.



Gambar 3. Uji Slump dan Proses Pemadatan

Langkah ketiga ialah perawatan beton. Pada penelitian ini ada dua cara yaitu direndam air biasa selama 14 dan 28 hari serta direndam dilarutkan sodium sulfat selama 14 dan 28 hari. Larutan sodium sulfat (Na_2SO_4) dibuat dengan cara sebanyak 50 gram dilarutkan dalam 1 liter air sesuai ASTM (ASTM C1012, 2009). Jumlah benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sejumlah 12 benda uji seperti pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi RCC untuk 1 m³

Jenis Bahan	Jumlah	Satuan (Kg)
Semen PCC	388	Kg
Agregat Halus 2,36 mm	300,43	Kg
Agregat Halus 4,75 mm	300,43	Kg
Agregat kasar 19 mm	583,19	Kg
Agregat Kasar 12,7 mm	583,19	Kg
Air	190	Kg
Spc	1,94	Kg
Fas	0,42	

Tabel 2. Jumlah Benda Uji Silinder

Benda Uji	Jenis Perendaman	Umur	Jumlah
RCC-0-B14	Air Biasa	14 hari	3
RCC-0-S14	Larutan Sodium Sulfat	14 hari	3
RCC-0-B28	Air Biasa	28 hari	3
RCC-0-S28	Larutan Sodium Sulfat	28 hari	3

HASIL DAN PEMBAHASAN

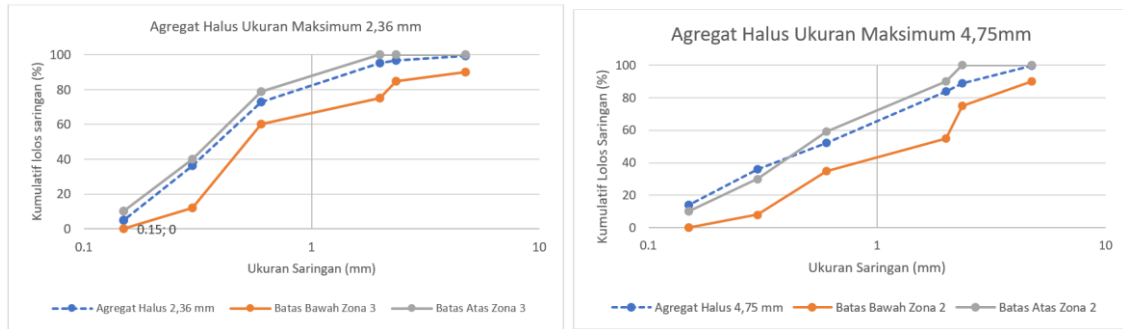
Hasil Uji Agregat

Hasil uji bahan agregat halus seperti uji berat jenis, uji kadar lumpur, pengujian berat satuan, uji kadar organik, uji penyerapan air, pengujian kadar air, dan gradasi seperti pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Uji Agregat Halus

Jenis Uji	Hasil		Satuan
	Ukuran maksimum 2,36	Ukuran Maksimum 4,75	
	mm	mm	
Berat Jenis	2,63	2,44	-
Kadar lumpur	0,79	1,34	%
Berat Satuan	1605,04	1674,69	Kg/cm ³
Kadar Organik	Jernih	Coklat muda	-
Penyerapan Air	3,61	5,16	%
Kadar Air	1,19	0,47	%

Hasil uji gradasi agregat halus seperti terlihat pada Gambar 4 di bawah, sesuai Tabel gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000, 2000) dan ASTM (ASTM C-33, 2009) agregat halus ukuran maksimum 2,36 mm termasuk jenis pasir agak halus (zona 2) dan ukuran maksimum 4,75 mm termasuk jenis pasir sedang (zona 3).

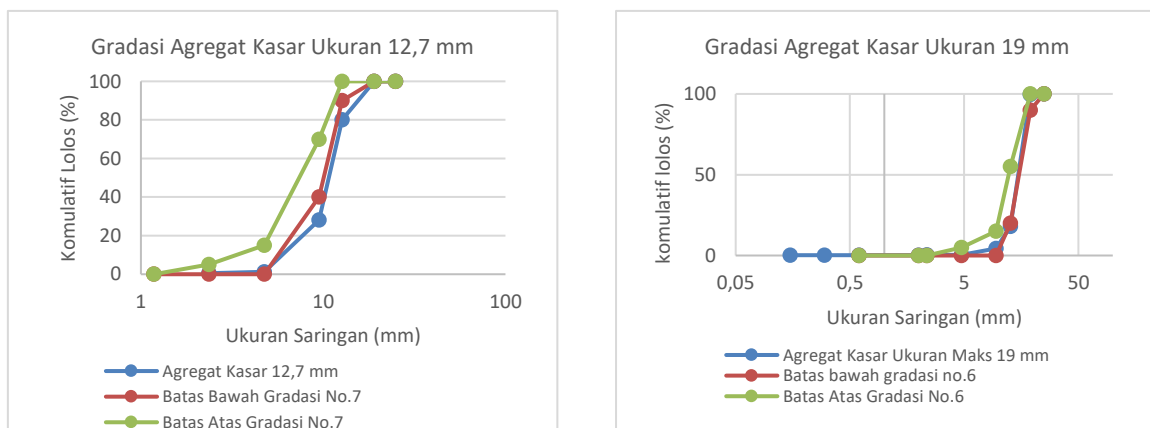


Gambar 4. Gradasi Agregat Halus ukuran Maksimum 2,36 mm dan 4,75 mm

Hasil pemeriksaan agregat kasar seperti uji berat jenis kerikil, pengujian kadar lumpur, pengujian berat satuan, pengujian penyerapan air, uji kadar air, dan gradasi agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini. Hasil uji gradasi menunjukkan bahwa agregat kasar ukuran maksimum 12,7 mm berada pada batas gradasi nomor 6 dan agregat maksimum 19 mm berada pada batas gradasi nomor 7, seperti terlihat pada Gambar 5.

Tabel 4. Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil		Satuan
	Agregat Kasar Ukuran Maksimal 12,7	Agregat Kasar Ukuran Maksimal 19 mm	
Berat Jenis	2,13	1,44	-
Kadar Lumpur	0,33	0,70	%
Berat Satuan	1426,36	1408,14	Kg/cm ³
Penyerapan Air	2,00	2,65	%
Kadar Air	7,00	7,60	%

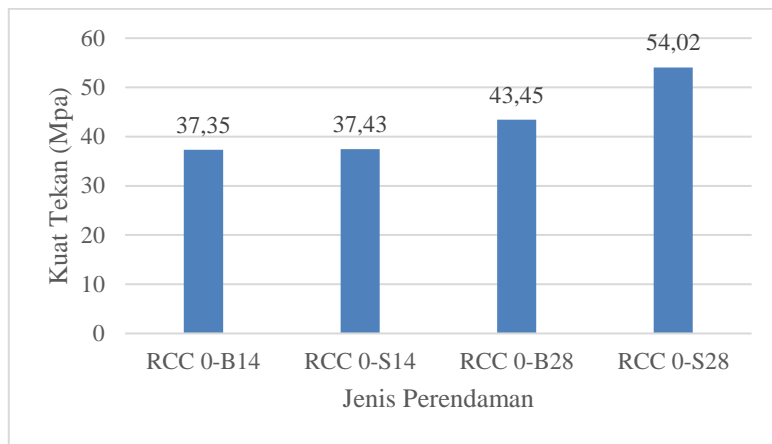


Gambar 5. Hasil Gradasi Agregat Kasar ukuran maksimum 12,7 mm dan 19 mm

Hasil Kuat Tekan

Nilai kekuatan tekan beton yang diambil adalah nilai perbandingan antara variasi perendaman air biasa dan larutan sodium sulfat. Nilai uji kuat tekan pada umur beton 14 hari yang direndam dengan larutan sodium sulfat mengalami peningkatan kuat tekan terhadap air biasa sebesar 0,21%. Sedangkan pada perendaman dengan umur beton 28 hari, nilai kuat tekan beton perendaman larutan sodium sulfat terhadap air biasa ada kenaikan kuat tekan

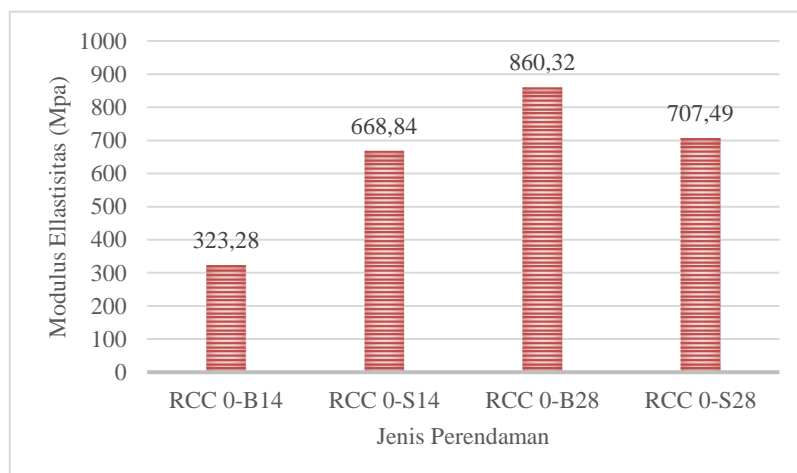
beton sebesar 24,33%. Beton yang direndam air biasa pada umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 16,33% dibandingkan umur 14 hari. Sedangkan pada perendaman sodium sulfat umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 44,32%. Kuat tekan pada perendaman sulfat lebih tinggi dari perendaman air biasa, hal ini karena penggunaan semen PCC yang mengandung bahan tambah seperti fly ash, slag, atau limestone, sehingga lebih tahan sulfat dibandingkan *Ordinary Portland cement* (OPC). Penelitian yang dilakukan oleh Moradi,dkk (Moradi & Shahnoori, 2021) kuat tekan beton RCC yang menggunakan semen tipe 5 (semen tahan sulfat) lebih tinggi dibandingkan menggunakan semen tipe 2 dan semen pozzolan (PPC). Hasil Uji kuat tekan seperti pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Hasil Uji Kuat Tekan

Hasil Modulus Elastisitas

Berdasarkan hasil pengujian pada gambar 7 di bawah, didapatkan nilai modulus elastisitas pada umur beton 14 hari yang direndam dengan larutan sodium sulfat mengalami peningkatan 107,2% dibandingkan dengan perendaman air biasa. Pada umur beton 28 hari dengan perendaman larutan sodium sulfat mengalami penurunan sebesar 21,6% terhadap perendaman air biasa.



Gambar 7. Hasil Modulus Elastisitas

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada beton RCC, maka dapat diambil kesimpulan Kuat tekan beton umur 14 dan 28 hari dari penelitian ini menunjukkan bahwa campuran beton RCC yang menggunakan PCC dan perendaman pada sodium sulfat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Nilai uji kuat tekan rata-rata pada perendaman 14 hari air biasa dan air sodium sulfat sebesar 37,35 MPa dan 37,43 MPa. Sedangkan pada umur 28 hari diperoleh kuat tekan rata-rata yang direndam dengan air biasa dan air sodium sulfat sebesar 43,45 MPa dan 54,02 MPa. Semua nilai kuat tekan beton melebihi kuat tekan rencana 25 MPa.

Beton RCC akan mengalami peningkatan kekuatan tekan seiring dengan lama perendaman pada air biasa dan larutan sodium sulfat. Berdasarkan hasil tersebut maka komposisi campuran RCC yang dirancang dapat direkomendasikan sebagai bahan pavement dan material konstruksi jalan, yang sesuai dengan standar dari *National Concrete Pavement Technology Center* tahun 2010 (Harrington et al., 2010) kuat tekan sebesar 28 Mpa sampai 41 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 207.5R-11. (2011). *Report on Roller-Compacted*.
- Ashteyat, A., Obaidat, A., Kirgiz, M., & AlTawallbeh, B. (2022). Production of Roller Compacted Concrete Made of Recycled Asphalt Pavement Aggregate and Recycled Concrete Aggregate and Silica Fume. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 15(4), 987–1002. <https://doi.org/10.1007/s42947-021-00068-4>
- ASTM C-33. (2009). *Standard Specification for Concrete Aggregates 1*. www.astm.org.
- ASTM C1012. (2009). *Standard Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution 1*. www.astm.org,
- ASTM C1435 - C1435M-05. (2005). ASTM 1435 Standard Practice for Molding Roller Compacted Concrete in cylinder mold using a vibrating hammer. *ASTM*.
- Calis, G., & Yıldız, S. A. (2019). Investigation of roller compacted concrete: Literature review. *Challenge Journal of Concrete Research Letters*, 10(3), 63. <https://doi.org/10.20528/cjcr.l.2019.03.003>
- de Souza, D. J., Medeiros, M. H. F., & Filho, J. H. (2020). Evaluation of external sulfate attack (Na₂SO₄ and MgSO₄): Portland cement mortars containing fillers. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, 13(3), 644–655. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952020000300013>
- Guyer, J. P. (2023). Introduction to Roller-Compacted Concrete Pavements Course No: C03-036 Credit: 3 PDH. *An Online PDH Course*, 877. www.cedengineering.com
- Harrington, D. ., Abdo, F. P. ., Adaska, W. P. ., & Hazaree, C. (2010). *Guide For Roller Compacted Concrete Pavement*. www.cptechcenter.org/
- Jabbour, M., Metalssi, O. O., Quiertant, M., & Baroghel-Bouny, V. (2022). A Critical Review of Existing Test-Methods for External Sulfate Attack. *Materials*, 15(21). <https://doi.org/10.3390/ma15217554>
- Moradi, S., & Shahnoori, S. (2021). Eco-friendly mix for Roller-Compacted Concrete: Effects of Persian-Gulf-Dredged marine sand on durability and resistance parameters of concrete. *Construction and Building Materials*, 281. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122555>
- P, F. E. G., & Tanzil, G. (2013). 211676-*Pengaruh-Sulfat-Terhadap-Kuat-Tekan-Beto*. 1(1), 68–73.

- PUPR. (2016). Pedman Tata Cara Penentuan Campuran Beton Normal dengan Semen OPC, PPC, dan PCC.pdf. *Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat*.
- Sitanggang, R., Hutabarat, N. S., & Ginting, R. (2022). Penggunaan Superplasticizer pada Beton Mutu F'c 25 MPa. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 11(2)*, 202. <https://doi.org/10.46930/tekniksipil.v11i2.2707>
- SNI-7656-2012. (2012). *Standar Nasional Indonesia (Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. www.bsn.go.id
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- SNI 1974-2011. (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. *Badan Standarisai Nasional*. www.bsn.go.id
- Sukmawan Hendriyanto. (2021). Kajian Karakteristik Mekanik Roller Compacted Concrete (RCC) sebagai Bahan Perkerasan Jalan. *Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP), 1(1)*, 1–6. <https://snip.eng.unila.ac.id/ojs/index.php/snip/article/view/135/108>