

## PAPER NAME

**23. PENGARUH PENGGUNAAN CARBON NANOTUBE (CNT) TERHADAP KINERJA BETON - KONTEKS 16 2022 -Yohans- Par e**

---

## WORD COUNT

**2539 Words**

## CHARACTER COUNT

**14580 Characters**

## PAGE COUNT

**6 Pages**

## FILE SIZE

**737.8KB**

## SUBMISSION DATE

**Jan 19, 2023 1:41 AM GMT+8**

## REPORT DATE

**Jan 19, 2023 1:41 AM GMT+8**

---

● **8% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 7% Internet database
- 0% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 4% Submitted Works database

● **Excluded from Similarity Report**

- Bibliographic material
- Quoted material
- Cited material
- Small Matches (Less than 15 words)

# PENGARUH PENGGUNAAN CARBON NANOTUBE (CNT) TERHADAP KINERJA BETON

Y. Sunarno<sup>1\*</sup>, P. R. Rangan<sup>1</sup>, dan M. Tumpu<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Makale, Toraja  
e-mail: yohanssunarno@gmail.com

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Makale, Toraja  
e-mail: pareausanrangan68@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi S2-Manajemen Bencana Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar  
e-mail: tumpumiswar@gmail.com

## ABSTRAK

Pemanfaatan material *carbon nanotube* (CNT) dalam bidang konstruksi telah meningkatkan minat banyak peneliti. Hal ini terutama berkaitan dengan sifat mekanik, listrik, termal, kinetik dan kimia CNT yang berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja beton. Beton sebagai bahan komposit semen memiliki jaringan partikel pengikat yang kompleks yang dikenal sebagai kalsium silikat hidrat. CNT akan berinteraksi paling erat dengan kalsium silikat hidrat karena karakteristik skala nano nya, sehingga meningkatkan sifat mekanik dari beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan CNT dalam campuran beton. 3 variasi campuran dibuat dengan menambahkan admixture pada campuran beton dengan jenis dan dosis yang berbeda. 1 variasi campuran menggunakan admixture tipe F (superplasticizer), sedangkan 2 variasi campuran menggunakan CNT dengan dosis yang berbeda, kemudian dibandingkan kinerja masing-masing benda uji. Pengujian spesimen dilakukan pada beton segar dan beton keras. Pada beton segar dilakukan uji slump, sedangkan pada beton keras dilakukan uji berat volume dan uji kuat tekan beton pada benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 10 x 20 cm pada umur 7, 14 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan CNT dengan dosis yang lebih sedikit dibandingkan dosis superplasticizer biasa menghasilkan *workability* yang lebih baik dan kuat tekan beton yang lebih tinggi. Penambahan dosis CNT akan meningkatkan *workability* dan hasil uji kuat tekannya.

Kata kunci: nanotube karbo (CNT), berat volume, kuat tekan, kinerja beton

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi utama yang digunakan dalam pembangunan infrastruktur saat ini, selain biayanya yang relatif murah, beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi, dan prospek peningkatan kinerjanya yang masih terbuka lebar. Inovasi bahan tambahan untuk material konstruksi terus dilakukan, salah satunya adalah penggunaan teknologi nano yakni pengembangan material dalam skala nano. Teknologi nano telah membawa inovasi yang signifikan dalam sains dan teknik. Pemanfaatan *carbon nanotube* (CNT) telah dianggap sebagai bahan baru dan luar biasa di bidang *nanosains* dengan aplikasi potensial yang besar di industri konstruksi. Material yang pada awalnya dalam ukuran curah/bulk dikonversi dalam skala nanometer ( $< 100$  nm) sehingga kinerja, sifat dan karakteristiknya dapat berubah.

CNT adalah susunan satu rantai atom karbon yang berikatan secara heksagonal berbentuk silinder yang berdiameter nanometer. Ada dua tipe umum CNT, yaitu single-walled nanotube (SWNT) dan multi-walled nanotube (MWNT). SWNT terbentuk dari sebuah lembaran grafit yang dilengkungkan. Sebuah SWNT terdiri dari dua bagian yang mempunyai sifat fisis dan kimia yang berbeda. Bagian pertama adalah bagian sisi dinding silinder dan bagian lain adalah ujung-ujung silinder. MWNT terbentuk dari gabungan beberapa SWNT dengan diameter yang berbeda-beda. Panjang dan diameter MWNT sangat berbeda dengan SWNT, sehingga sifat fisis dan kimianya pun akan sangat berbeda. Sifat elektrik, molekuler, dan struktur karbon nanotube ditentukan struktur satu dimensinya. (Ganesh, 2013) (Sinha N. 2015).

Penggunaan CNT memungkinkan pengembangan produk semen berbiaya rendah, kinerja tinggi, dan durasi panjang, yang dapat menyebabkan penggunaan bahan-bahan ini yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam industri konstruksi (Addis, 2007) (Morsy, 2011). Perilaku mekanis bahan semen tergantung pada elemen struktural dan fenomena yang terjadi dalam skala mikro dan nano. Akibatnya, nanoteknologi dapat memodifikasi struktur molekuler material, yang mengarah pada peningkatan sifat-sifat sebagian besar material. CNT juga dapat meningkatkan kinerja mekanis, stabilitas volumetrik, daya tahan, dan keberlanjutan struktur (Morsy, 2011) (Fava, 2003). Beton sebagai bahan komposit semen memiliki jaringan partikel pengikat yang kompleks yang dikenal sebagai kalsium silikat hidrat

(C-S-H). Penggunaan Carbon Nanotubes (CNT) dapat meningkatkan sifat mekanik beton. CNT akan berinteraksi paling erat dengan C-S-H karena karakteristik skala nano nya (Chong, 2004). Para peneliti telah menemukan bahwa CNT dapat mengisi kekosongan yang terjadi pada beton konvensional. Kekosongan ini memungkinkan air untuk menembus celah-celah yang menyebabkan beton rapuh, dengan CNT dalam campuran dapat menghentikan celah-celah dari tembusan air sehingga beton lebih kedap air (Adhikary, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan mix design campuran beton dengan tambahan CNT dengan performance terbaik. 3 variasi campuran dibuat dengan menambahkan admixture pada campuran beton dengan jenis dan dosis yang berbeda. 1 variasi campuran menggunakan admixture tipe F (superplasticizer), sedangkan 2 variasi campuran menggunakan CNT dengan dosis yang berbeda. Pengujian spesimen dilakukan pada beton segar dan beton keras. Pada beton segar dilakukan uji slump, sedangkan pada beton keras dilakukan uji density dan uji tekan beton spesimen berbentuk silinder dengan ukuran 100 x 200 mm yang telah dilakukan perawatan dengan curing perendaman dalam air. Pengujian kuat tekan beton keras dilakukan pada umur 3, 7 dan 28 hari.

## 2. MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

### Karakteristik semen portland dan abu terbang

Pengujian karakteristik semen portland dan abu terbang sebagai *binder* dilakukan baik berupa pengujian fisik ataupun kimia. Hasil pengujian yang dilakukan digunakan sebagai dasar untuk suatu perancangan dan untuk mengontrol hasil rancangan campuran beton. Pengujian karakteristik kimia dilaksanakan untuk menganalisa komposisi kimia dari semen portland dan abu terbang, dilakukan dengan pengujian XRF (*X-Ray Fluorence*) untuk mengetahui kandungan kimianya berupa unsur-unsur penyusun material yang penting digunakan untuk memproduksi campuran beton. Tabel 1 dan tabel 2 menunjukkan hasil pengujian karakteristik fisik dan kimia baik semen portland dan abu terbang.

Tabel 1. Karakteristik fisik semen portland dan abu terbang

Properti	Satuan	Semen Portland	Abu Terbang
Autoclave expansion	%	0.11	-
Fineness	m <sup>2</sup> /kg	346	-
Compressive strength			
a. 3 days	kg/cm <sup>2</sup>	188	-
b. 7 days	kg/cm <sup>2</sup>	266	-
c. 28 days	kg/cm <sup>2</sup>	359	-
Time of setting			
a. Initial Set	minute	125	-
b. Final Set	minute	260	-
False set, final penetration	%	83.66	-
Air Content	% volume	4.53	-
Specific Gravity		3.15	-
Sieve Analysis		-	90% pass no.200

Tabel 2. Karakteristik kimia semen portland dan abu terbang

Senyawa	Satuan	Semen Portland	Abu Terbang
MgO	%	1.49	-
SO <sub>3</sub>	%	2.13	-
SiO <sub>2</sub>	%	-	45.56
Al <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	%	-	14.55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	-	11.83
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	-	70.94
CaO	%	-	12.74
Loss on ignition	%	2.47	0.30
Insoluble residue	%	1.24	
Alkalies	%	0.38	

Pemeriksaan karakteristik fisik dan kimia semen dilakukan untuk menentukan kelayakan semen yang digunakan sebagai material bahan pengikat dalam penelitian ini. Kualitas semen sangat mempengaruhi kualitas dari beton yang dihasilkan. Pada penelitian ini menggunakan semen portland dari produksi pabrik semen di Maros Sulawesi Selatan, sedangkan abu terbang diambil dari PLTU di Jeneponto Sulawesi Selatan. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik semen portland yang diperlihatkan pada Tabel 1 dan tabel 2 terlihat bahwa semen portland yang digunakan memenuhi spesifikasi ASTM C150. Abu terbang yang digunakan termasuk kategori tipe F berdasarkan ASTM C618-12. Jenis semen portland dan fly ash yang dipergunakan dalam penelitian ini telah diuji pada penelitian sebelumnya tentang beton busa dengan hasil yang baik (Sunarno, 2020).

### Karakteristik fisik agregat kasar dan agregat halus

Agregat kasar (split) yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang merupakan hasil produksi pabrik pemecah batu yang menggunakan bahan baku yang berasal dari sungai Bili-bili Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Terlihat karakteristik fisik agregat kasar yang digunakan memenuhi spesifikasi ASTM C33. Agregat halus (pasir) yang digunakan adalah pasir silika yang berasal dari sungai Bili-bili, Gowa, Sulawesi Selatan. Dari tabel 3 terlihat bahwa karakteristik fisik agregat halus yang digunakan memenuhi spesifikasi ASTM C33

Tabel 3 Karakteristik fisik Agregat

Properti	Agregat kasar	Agregat halus
Colloid Content [%]	0.50	3.10
Fineness Modulus	6.97	2.65
Water absorption [%]	0.80	3.01
Moisture Content [%]	0.80	7.00
Specific Gravity (SSD)	2.62	2.58

### Karakteristik admixture

Admixture yang dipergunakan pada penelitian ini ada 2 jenis chemical admixture, yaitu type F (superplasticizer) Celchem 75 RS yang memiliki fungsi *water-reducing* untuk spesimen pembandingan. Sedangkan CNT yang dipergunakan adalah Edencrate Pz, dengan identifikasi sebagai campuran cairan yang diperkaya CNT yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan durabilitas campuran beton yang menggunakan tambahan pozzolan. Tabel 4 menunjukkan karakteristik admixture yang digunakan.

Tabel 4 Karakteristik Admixture

Properties	Celchem 75 RS	Edencrate Pz
Appearance	Dark brown	A black, opaque liquid
Chemical Type		Mixture
Physical State	Liquid	Liquid
Specific Gravity	1.17 g/mL	1.13 g/mL
Identified Use	Very high workability – high water reducing – low shrinkage and creep	Improve strength and durability in concrete that use pozzolans
Dosage	0.4-1.5 kg/100kg cement	

### Rancangan Campuran

Rancangan campuran yang dibuat terdiri dari 3 variasi campuran dengan admixture berbeda yang ditambahkan pada adukan beton. VAR-1 menggunakan superplasticizer konvensional berbasis *naphthalene sulphonated* (adm-1) dengan dosis 2.00 liter per m<sup>3</sup> beton, VAR-2 menggunakan admixture CNT (adm-2) dengan dosis 0.243 liter, dan VAR-3 menggunakan admixture CNT dengan dosis 0.389 liter. Rancangan masing-masing campuran yang dibuat pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Table 5. Komposisi Rancangan Campuran (per 1 m<sup>3</sup>)

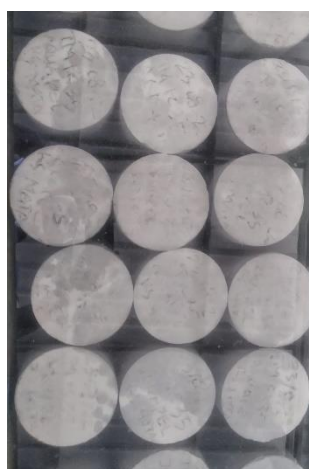
MIX	Cement (kg)	Abu T (kg)	Split (kg)	Pasir (kg)	Air (kg)	Adm-1 (ltr)	Adm-2 (ltr)
VAR-1	339	136	1040	650	185	2.000	0
VAR-2	339	136	1040	620	185	0	0.243
VAR-3	339	136	1040	620	185	0	0.389

### Uji beton

Untuk pengujian beton dilakukan baik pada beton segar dan beton keras. Untuk pengujian beton segar dilakukan dengan uji slump sesuai standard ASTM C143, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Sedangkan pengujian beton keras dilakukan dengan uji kuat tekan pada umur 3, 7 dan 28 hari dalam bentuk benda uji silinder berukuran 100 mm x 200 mm yang telah dilakukan perawatan dengan *water submerged curing* (Gambar 2). Pengujian kuat tekan spesimen dilakukan dengan alat uji tekan seperti diperlihatkan pada Gambar 3, dengan prosedur yang mengacu kepada ASTM C39.



Gambar 1 Uji Slump



Gambar 2 Curing air



Gambar 3 Uji kuat tekan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perilaku beton segar

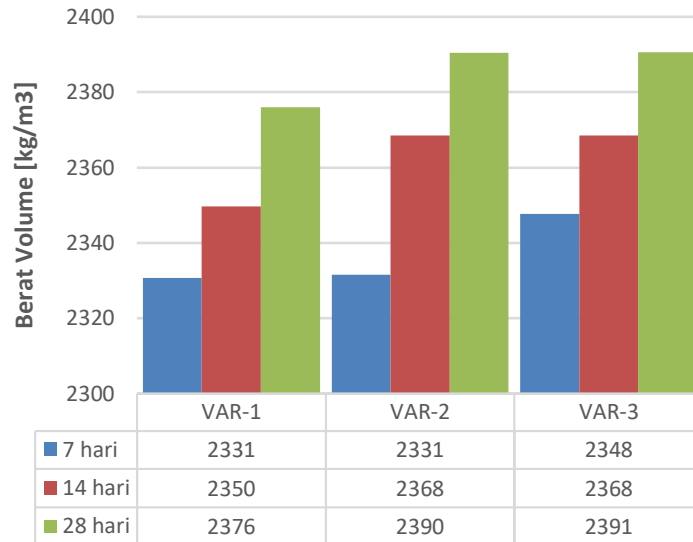
Dari gambar 4 dapat diamati nilai hasil pengujian *slump* beton segar dari semua campuran yang digunakan. Berdasarkan data hasil pengujian slump pada masing-masing campuran, nilai slump VAR-1, VAR-2 dan VAR-3 masing-masing sebesar 12.0 cm, 13.0 cm dan 14.0 cm. Hal ini menunjukkan efektifitas CNT dalam mengurangi penggunaan air, dengan dosis admixture yang lebih kecil pada VAR-2 dan VAR-3 dibandingkan VAR-1, ternyata menghasilkan slump yang lebih tinggi. Dari observasi visual terlihat bahwa campuran beton segar dari masing-masing campuran bersifat adhesif sehingga tidak terjadi segregasi dan *bleeding*.



Gambar 4 Hasil uji slump masing-masing variasi campuran

### Berat volume beton keras

Berdasarkan gambar 5 menunjukkan berat volume beton berkisar 2331 hingga 2394 kg/m<sup>3</sup>. VAR-1 memiliki nilai berat volume paling kecil dengan nilai (kg/m<sup>3</sup>) pada umur masing-masing 7, 14, dan 28 hari yaitu 2331, 2350, 2376. Sedangkan pada spesimen VAR-2 nilai berat volume (kg/m<sup>3</sup>) adalah 2331, 2368, 2390. Dan pada spesimen VAR-3 nilai berat volume (kg/m<sup>3</sup>) adalah 2348, 2368, 2391.



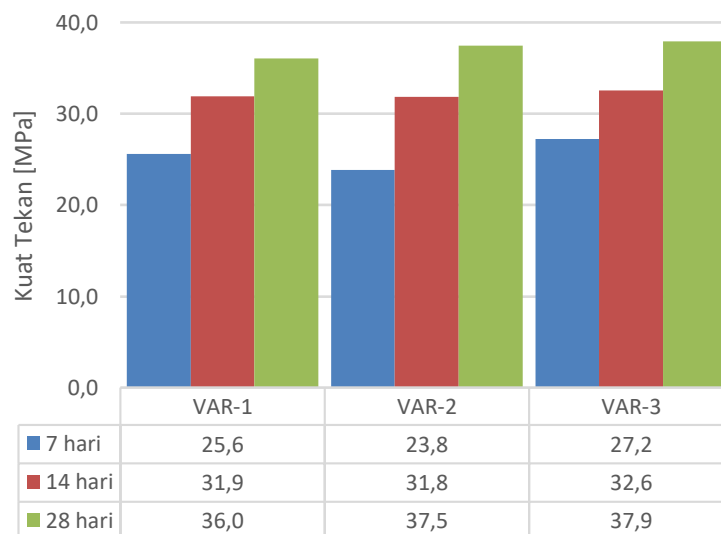
Gambar 5 Nilai berat volume benda uji

Berdasarkan nilai berat volume tersebut, semua benda uji masuk kategori sebagai *normalweight concrete typically*. Menurut ACI 318-11, *normalweight concrete* adalah beton yang mempunyai berat volume 2155 kg/m<sup>3</sup> sampai dengan 2560 kg/m<sup>3</sup>. Nilai berat volume akan meningkat dengan bertambahnya umur beton.

### Kuat tekan beton keras

Gambar 6 menunjukkan hasil uji kuat tekan benda uji pada beton keras pada umur 7, 14, dan 28 hari pada masing-masing variasi benda uji. Hasil uji kuat tekan untuk VAR-1 adalah (Mpa): 25.6, 31.9 dan 36.0. Pada VAR-2 adalah (Mpa): 23.8, 31.8 dan 37.5. Dan untuk VAR-3 adalah (Mpa): 27.2, 32.6 dan 37.9. VAR-1 memiliki nilai rata-rata kuat tekan terendah dibandingkan benda uji yang lain pada masing-masing umur curing, sedangkan spesimen VAR-3 memiliki nilai rata-rata tertinggi.

Berdasarkan hasil uji kuat tekan VAR-2 dan VAR-3 pada gambar 3, menunjukkan efektifitas penggunaan admixture berbahan CNT dalam meningkatkan kuat tekan benda uji. Dengan dosis pemakaian sebesar 0.243 – 0.389 liter per m<sup>3</sup> beton, dapat menghasilkan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 37.5 – 37.9 Mpa. Jika dibandingkan dengan VAR-1 dengan dosis pemakaian 2 liter per m<sup>3</sup> menghasilkan kuat tekan 36.0 Mpa.



Gambar 6. Hasil kuat tekan benda uji

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian berat volume, dapat disimpulkan bahwa semua benda uji masuk kategori sebagai *normalweight concrete typically* sesuai ACI 318-11. Berdasarkan hasil pengujian workability dan kuat tekan, menunjukkan bahwa penggunaan admixture berbasis CNT (adm-2) lebih efektif dalam meningkatkan workability dan kuat tekan beton dibandingkan menggunakan admixture berbasis naphthalen (adm-1). Dengan dosis adm-2 yang jauh lebih sedikit, yaitu 0.06 - 0.09 % dari cementitiousnya, sedangkan dosis adm-1 adalah 0.49%, namun pemakaian adm-2 menghasilkan benda uji dengan nilai slump dan kuat tekan yang lebih tinggi. Penambahan dosis admixture CNT akan menambah nilai slump dan kuat tekannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ACI 318-11, Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, 2011.
- Addis B. (2007). Building: 3000 Years of Design Engineering and Construction, Phaidon, 2007.
- Adhikary S. K., Rudzionis Z., Tučkutė S. (2021). Effects of carbon nanotubes on expanded glass and silica aerogel based lightweight concrete. *Scientific Reports* | (2021) 11:2104
- ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregate, 2012
- ASTM C39, Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, 2020
- ASTM C143, Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, 2017.
- ASTM C150, Standard Specification for Portland cement, 2012.
- ASTM C618-05, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw of Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete, 2012.
- Chong, K. P. (2004). Nanoscience and engineering in mechanics and materials. *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 65(8), 1501–1506, <https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2003.09.032>.
- Fava C., Bergol I., Fornasier G. (2003). “Fracture behaviour of self compacting concrete,” in Proceedings of the 3rd International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete, pp. 628–636, RILEM Publications SARL, Reykjavik, Iceland, 2003
- Ganesh, E.N. (2013). Single Walled and Multi Walled Carbon Nanotube Structure, Synthesis and Applications. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)* ISSN: 2278-3075, Volume-2, Issue-4, March 2013
- Morsy M. S, Alsayed S. H., and Aqel M. (2011). “Hybrid effect of carbon nanotube and nano-clay on physico-mechanical properties of cement mortar,” *Construction and Building Materials*, vol. 25, no. 1, pp. 145–149.
- Rangan P.R., Irmawaty R., Tjaronge M.W., Bakri B., Tumpu M. (2021). The effect of curing on compressive strength of geopolymer mortar made rice straw ash, fly ash, and laterite soil. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* 2021, 921(1), 012042.
- Sinha N., Yeow J. (2005). Carbon Nanotube IEEE Transaction CARBON NANO TUBE IEEE transaction on Nano science Vol 4 No 2 June 2005.
- Sunarno Y., Tjaronge M. W. and Irmawaty R. (2020). *Preliminary study on early compressive strength of foam concrete using Ordinary Portland Cement (OPC) and Portland Composite Cement (PCC)*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 419.
- Sunarno Y., Tjaronge M. W., Irmawaty R. and Muhiddin A.B. 2022. (2022). *Unit Weight of Foam Concrete Containing Blended Cement and Fly Ash*. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan* 24 (1) (2022) p 36 – 41.

## ● 8% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 7% Internet database
- 0% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 4% Submitted Works database

---

### TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	<b>ahmadraflyjuliana.blogspot.com</b>	7%
	Internet	
2	<b>Sriwijaya University on 2019-07-30</b>	<1%
	Submitted works	