



DURABILITAS POLIMER NANOKOMPOSIT TERHADAP SERANGAN ASAM

**PROGRAM STUDI ILMU TEKNIK PROGRAM
DOKTOR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**



Latar Belakang



Nanomaterial

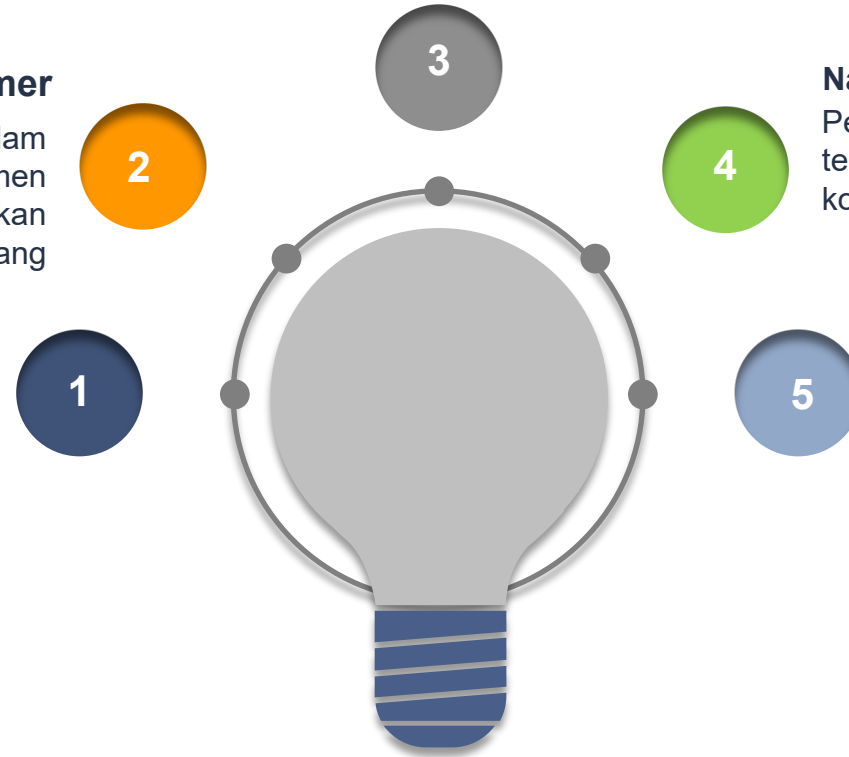
Penggunaan nanomaterial memiliki keunggulan yaitu dapat meningkatkan kekuatan pada beton, hal ini terjadi dikarenakan nano dapat mengisi kekosongan pada material komposit

Polimer

Penggunaan polimer saat ini banyak digunakan didalam bidang struktur bangunan sebagai pengganti semen sebagai bahan pengikat. Keuntungan menggunakan beton polimer adalah memiliki kekuatan mekanis yang tinggi.

Pesatnya perkembangan tentang nano

Pengetahuan tentang teknologi nano sangat berpengaruh terhadap pencapaian target konstruksi yang kuat, kokoh dan berkualitas. Pengembangan teknologi sangat mendorong kemajuan berbagai sektor industry salah satunya adalah industry konstruksi (Hospodarova, dkk., 2018).



Nanosilika

Penelitian Qian Hung, et al (2020) Nanosilika memiliki kuat tekan dan ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan komposit tanpa nano

Penelitian Terdahulu

Penelitian sepriansyha et al (2021), semakin tinggi temperatur yang digunakan metrix mengalami sifat getas yang mengakibatkan kuat tekan menurun, Penelitian Mehrab et al (2021) membandingkan epoxy, polyester dan vinilester. Epoxy resin memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan pengikat lainnya.

C. Kiruthika et al (2020) beton polimer dengan menggunakan resin dan agregat halus, penelitian ini memiliki berbagai keunggulan seperti sifat mekanik yang lebih tinggi, daya tahan tinggi, proses pengerasan yang cepat dan memiliki sifat tahan terhadap asam

EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON DURABILITY PROPERTIES OF CONCRETE ADDED WITH NANO SILICA

R. Prashanth, S. Senthil Selvan* and M. Balasubramanian

Department of Civil Engineering, SRM Institute of Science and Technology,
 Kancheepuram-603203, (Tamilnadu) India
 *E-mail: senthilselvan.s@ktr.srmuniv.ac.in

INVESTIGASI EKSPERIMENTAL TENTANG KETAHANAN SIFAT-SIFAT BETON YANG DITAMBAH DENGAN NANO SILIKA (2019)

BAHAN	METODE	LAMA PERENDAMAN (HARI)	HASIL
<ul style="list-style-type: none"> Bahan yang digunakan: uk. Nano 17 nm 2% dari semen, semen OPC, agregat kasar 20 mm, pasir lolos saringan 4,755 mm, Natrium sulfat Na_2SO_4 (dalam bentuk bubuk) digunakan utk. Uji serangan sulfat Hidroksida NaOH (Dalam bentuk Kristal) digunakan utk. Uji serangan Alkali Asam Hidroklorik dengan normalitas 0,1N dan Ph 1,1 digunakan untuk uji serangan Asam. 	<ul style="list-style-type: none"> Proses pencampuran air disesuaikan, 0,5 ml HCL (Hidroksida) asam dengan 6 liter air per specimen. Na_2SO_4 (Natrium Sulfat) 6 liter air. Natrium Hidroksida, 426 gram dengan 6 liter. Hidroksida NaOH sebanyak 24 gram per 6 liter air. Benda uji dimasukkan dalam cairan untuk menguji kuat tekan, kuat tarik, dan lentur 	<p>14 dan 28 hari</p>	<ul style="list-style-type: none"> Efek pengisian nanosilika dan reaksi pozzolan meningkatkan homogenitas struktur mikro dan porositas Nanosilika menyempurnakan pori kapiler yang besar Mengurangi sifat permeabilitas beton dan Meningkatkan daya tahan Penambahan Nanosilika ke campuran beton telah terbukti meningkatkan kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur dan daya tahan terhadap beton

Effect of nanomaterials additives on performance of concrete resistance against magnesium sulfate and acids



Ahmed M. Diab^a, Hafez E. Elyamany^a, Abd Elmoaty M. Abd Elmoaty^a, Muftah M. Sreh^{a,b}

^aStructural Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt
^bFaculty of Engineering, Elmergib University, Libya

Pengaruh aditif bahan nano terhadap kinerja beton yang terpapar magnesium sulfat dan asam (2019)

BAHAN	METODE	LAMA PERENDAMAN (HARI)	HASIL
<ul style="list-style-type: none"> • Studi eksperimental dilakukan pada tiga gred beton (55 MPa, 80 Mpa, dan 90 Mpa) • Kadar semen 350, 450, dan 600 kg/m³ • Rasio Air/pengikat 0,45 ; 0,29 dan 0,24 • Nanosilika 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen • Perendaman larutan magnesium sulfat 10% (100g/L) dan specimen direndam dalam asam nitrat dan asam sulfat setelah 7 hari curing air. • PH yang digunakan setiap asam adalah 1 <p>Pengujian sifat mekanik dan mineral Pengujian mineral meliputi pengujian SEM dan XRD Pengujian sifat mekanik Kuat tekan, hubungan kuat tekan dan berat jenis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Specimen setelah 7 hari curing air dan dikeringkan, dimasukan kedalam larutan asam sulfat dengan kadar 10% larutan magnesium sulfat (100 g/L) • Larutan magnesium sulfat diubah secara berkala setiap bulan untuk mempertahankan konstan konsentrasi. • Kemudian dilakukan analisa efek dari asam sulfat dan efek asam nitrat • Nilai Ph selalu diperiksa setiap minggu dan solusinya adalah dimodifikasi dengan menambahkan asam pekat tambahan untuk menjaga kosentrasi asam specimen • Suhu curing air dan larutan 23 °C ± 2 °C 	<p>365 hari</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan nanosilika memiliki efek positif dalam menurangi penyerapan air dan porositas. • Menambahkan nanosilika dapat meningkatkan ketahan terhadap magnesium sulfat. Setelah 360 hari kekuatan beton berkurang 18,6 % terhadap asam sulfat 10%. Sedangkan beton tanpa nanosilka kuat tekan berkukarang menjadi 41,4%.



Lightweight dense polymer concrete exposed to chemical condition and various temperatures: An experimental investigation

Hossein Sanaei Ataabadi^{a,*}, Abdolreza Zare^a, Hamid Rahmani^b, Arash Sedaghatdoost^c, Emad Mirzaei^d

Beton polimer padat ringan yang terpapar kondisi kimia dan berbagai suhu: Penyelidikan eksperimental (2021)

BAHAN	METODE	LAMA PERENDAMAN (HARI)	HASIL
<ul style="list-style-type: none"> Resin (15%, 18%, 21%, 24% dan 27%) dari berat beton. Agregat halus dan agregat tanah liat Pemanasan 23, 100, 150, 200, 250, 300, dan 400 °C. Asam Sulfat (PH. 1) lama perendaman 6 bulan dan 9 bulan 	<ul style="list-style-type: none"> Semua material dicampur dan diaduk dengan kecepatan 300 rpm selama 3 menit. Dan dimasukkan dalam cetakan. Setelah 24 jam specimen dikeluarkan dan dikeringkan pada suhu normal selama beberapa hari Setelah specimen 28 hari dilakukan pengujian mekanik. 	<p>6 bulan dan 9 bulan</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dari semua komposisi campuran yang memiliki karakteristik fisik tahan terhadap asam, dan mekanik yang tinggi adalahn polimer dengan campuran 24% dari berat beton. Untuk kombinasi agregat terbaik packing factor tertinggi dan densitas terendah diperoleh dengan campuran 30% pasir dan 70 % resin Sifat mekanik pada suhu tinggi sangat mempengaruhi terhadap kuat tekan.



Microstructure Change of Nanosilica–Cement Composites Partially Exposed to Sulfate Attack

Qian Huang¹, Liang Zhao^{1*}, Chenggong Zhao¹, Dongsheng Liu² and Chaoqiang Wang³

Perubahan Mikrostruktur Nanosilika–Komposit Semen Terkena Sulfat Sebagian Menyerang (2020)

BAHAN	METODE	LAMA PERENDAMAN (HARI)	HASIL
<ul style="list-style-type: none">Semen, agregat halus,Nanosilika uk.10 nm dengan kemurnian 99,9% (0,1,3,5% dari berat massa semen)Asam Sulfat 5%perendaman 12 bulan dengan suhu 20 derajat dan RH60%	<ul style="list-style-type: none">Semua material dicampur dan dicetak berbentuk kubus 4 cm.Setelah 28 hari material direndam kedalam cairan asam sulfat selama 12 bulanDianalisa perubahan mikrostruktur SEM, EDS dan XRD	12 bulan	<ul style="list-style-type: none">Hasil penelitian menunjukkan komposit nanosilika-semen lebih baik resistensi sulfat dibandingkan tanpa nano. Ketahanan sulfat meningkat seiring dengan peningkatan kandungan nanosilika.Komposit nanosilika-semen dapat diterapkan dilingkungan yang terpapar asam sulfat basah ataupun kering.



Performance of single and hybrid nanoparticles added concrete at ambient and elevated temperatures



Soner Guler^{a,*}, Zehra Funda Türkmenoğlu^a, Ashraf Ashour^b

^a Faculty of Engineering, University of Van Yuzuncu Yil, Turkey
^b Faculty of Engineering, University of Bradford, United Kingdom

Kinerja nanopartikel tunggal dan hibrida menambahkan beton pada suhu sekitar dan suhu tinggi (2020)

BAHAN	METODE	(HARI)	HASIL
<ul style="list-style-type: none"> Partikel Nano-SiO₂(Ns), Nano AL₂O₃(NA), Nano-TiO₂(NT) dan nano Fe₂O₃ (NF). Jumlah total nanopartikel dalam campuran beton 0,5%, 1% dan 1,5% dari berat semen. Temperature elevasi 300, 500, 800 °C Pengujian kuat tekan, tarik belah, kuat lentur Pengujian analisa XRD dan SEM 	<ul style="list-style-type: none"> Semen, agregat kasar dan halus dicampur selama 2 menit dalam keadaan kering Specimen dicampur air dan diaduk 2 menit Nano dicampur berdasarkan berat semen. Kemudian dimasukkan dalam cetakan. Dikeluarkan dalam cetakan setelah 24 jam disimpan pada suhu 20 ° C kelembaban >90% selama 28 hari Specimen dikeringkan pada suhu 105 ° C selama 24 jam sebelum terkena suhu tinggi Kemudian specimen dimasukkan kedalam oven pada suhu 300, 500, 800 ° C selama 2 jam. Dan didinginkan pada suhu kamar selama 24 jam. 		<ul style="list-style-type: none"> Efek hibridisasi NS dan NA lebih efektif daripada kombinasi lain untuk meningkatkan sifat mekanik beton, suhu normal dan suhu tinggi dengan kombinasi 1,5 %. Penggunaan partikel NS dan NA dalam bentuk tunggal dan hybrid memberikan kinerja yang lebih baik daripada partikel nano NT dan NF Hasil XRD menunjukkan penurunan intensitas puncak CH untuk beton biasa dan beton dengan campuran NS+NA. specimen mempertahankan kuat tekan pada suhu 300 ° C ketika suhu meningkat hingga 800 ° C terjadi kehilangan kuat tekan. Analisa SEM menunjukkan mikro struktur matriks dapat meningkatkan secara signifikan pada 0,5% menjadi 1,5% karena terjadi ikatan antara pasta semen dan agregat.



Comparative study: nanosilica, nanoalumina, and nanozinc oxide addition on the properties of localized geopolymer

Zeineb Zidi¹ · Mounir Ltifi^{2,3} · Idrees Zafar²

Studi perbandingan: nanosilika, nanoalumina, dan nanozinc oksida pada sifat-sifat geopolime lokal

BAHAN dan PENGUJIAN

- Nanosilika
- Nano alumina
- Nano clay
- Tabung nanokarbon
- Pengujian mikrostruktur SEM, XRD dan FTIR

METODE

- metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengkombinasikan pertikel nano

Table 1. Shows the use of nanomaterials as additives in binders.

Binder	Size	% of Variation	Max. Composites/WA	Tests	Maturity	Code	References
Kaolinite + Silica fume	50 nm ²	5, 10, 15	10%–40 MPa	CS, FTIR, XRD	-	ASTM C109	[41]
Metakaolin + NS	40 nm ²	1, 2, 3	2%–20 MPa	Efflorescence, CS, WA, FTIR, SEM, EDX, XRD	-	ASTM C109	[4]
FA + NS + Micro Silica	-	5, 10, 15	5%–15 MPa	Flow test, CS, WA, FTIR, XRD	-	ASTM C109, Flow test ASTM G07, JWA, ASTM C1405-15, CS-ASTM C109	[42]
FA + Pumice (Sand)	50 nm ² CS, 40 × 40 × 160 mm FS	35	14.14–20 MPa CS 14.14–4 MPa FS 12.14–6.7 MPa CS 12.14–10.7 MPa FS	Flow tests, CS, FS, Ultrasonic Pulse Velocity, Rheology	10, 12, 14	Flow Test-ASTM C1407, FS-ASTM C883-16, UPV-ASTM C597-16	[43]
FA + NS + NCC	40 × 40 × 160 mm FS	1, 2, 3	CS, PS, FISEM, Ultrasonic pulse velocit	CS, SEM, XRD, FTIR, EDS, MIP, Thermogravimetric, Density and WA	8, 10, 12	PS-EN 1015-11, Flow test-EN 1015-3	[8]
Metakaolin + NZ	Dia. of 50 mm and Ht. of 60 mm-CS	0.5, 0.5, 0.7	0.5%–20 MPa	CS, STS, PS, WA, RCPT, Water Absorption	3	WA-ASTM C140, CS-ASTM D1683-00	[44]
FA + GGBS + NS	70 μm ² CS	0, 1, 2	2%–20 MPa CS 2%–5.22 MPa STS 2%–5.57 MPa FS	CS, STS, PS, WA, RCPT, Water Absorption	3	CS-ASTM D881 C 109, STS-ASTM D2011 E 496, PS-ASTM D2011 E 76	[45]
FA + GGBS + Glass bottles waste Nano powder	50 nm ² CS, 40 × 40 × 160 mm FS, 150(L), 75(D) mm STS	5, 10, 15, 20	5%–45 MPa CS, 5%–6.8 MPa FS, 5%–4.7 MPa STS, 20%–10.2% WA	Flow test, CS, STS, PS, TGA, FTIR, SEM, XRD, WA	2	CS-ASTM C109, PS-ASTM C109	[46]
FA + NS + NT	50 nm ² CS	2%	35.8 MPa and 33.7 MPa for NS + NT	CS, XRD, SEM, TGA, Hydration heat test	-	CS-ASTM C109	[47]
FA + GGBS + NS	75(D) × 150(H) mm CS	0, 0.5, 1, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0	2.5%–51.2 MPa CS	Flow tests, FTIR, FTIR, FEMM, TGA	10	Flow tests-ASTM C1407	[24]
FA + GGBS + GGBS + NS	30 nm ² CS	0, 0.5, 1, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0	3%–94 MPa	Flow, CS, SEM, EDX, XRD	8	CS-ASTM C109, G147	[25]
FA + NT	40 nm ² CS	1, 3, 5	5%–22% higher than reference sample	Workability, CS, SEM, XRD	10	Workability-ASTM C230	[5]
Metakaolin + NS	70 μm ² CS	0, 1, 2, 3	1%–15.8 MPa FS	PS, MAS NMR, TG/DTA	14	-	[28]
Metakaolin + NS	70 μm ² CS	0, 2, 4, 6, 8, 10	4%–27.7 MPa CS	CS, SEM	6	-	[11]
Air cooled slag + Water cooled slag + MVCCNT	25 nm ² CS	0.1, 0.2, 0.3	0.1%–20.5 MPa CS	SEM, XRD, FTIR	6	-	[7]

(HARI)

Pengujian umur 28 hari

HASIL

- Nanomaterial menunjukkan kinerja struktur yang sangat baik ketika digunakan sebagai bahan pengikat dengan dosis kecil dan dapat mempercepat laju proses geopolimer
- Nanopartikel yang dimasukkan kedalam campuran geopolimer dapat mempersingkat waktu pengerasan
- Material nano dapat meningkatkan kuat tekan pada geopolimer
- Nanomaterial didalam geopolimer menurut analisa SEM, XRD dan FTIR tidak membentuk fase baru
- Bahan nano menunjukkan reaktivitas yang luar biasa dapat meningkatkan sifat mekanik geopolimer dengan mencapai tingkat hidrasi yang lebih tinggi.

Adapun penelitian penggunaan nanosilika pada campuran material yang telah dilakukan oleh beberapa Negara diantaranya adalah:

Qian Huang, et al (2020) dengan mencampurkan nanosilika sebanyak 0% sampai dengan 5% terhadap berat semen dari hasil pengujian diperoleh bahwa nanosilika memiliki ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan komposit semen biasa terhadap serangan asam sulfat, ketahanan material bersekalanya nano meningkat seiring dengan menambahkan kandungan nanosilika.

Mohamadi, et al (2020) melakukan injeksi ke pasir pantai dengan menggunakan material semen dengan rasio air terhadap semen 0,6 dan, nanosilika sebanyak 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%. Injeksi dilakukan pada kedalaman 2,4 dan 6 m. tujuan penelitian ini untuk meningkatkan sifat mekanik dan geser tanah hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peran nanosilika sangat mempengaruhi sifat mekanik akan tetapi injeksi menurun dengan meningkatnya kedalaman.

Zeineb zidi, et al (2020) membandingkan efek nanoSiO₂ , Nano Al₂O₃ dan nanoZnO pada sifat geopolimer. Hasil pengujian tersebut menunjukkan peningkatan struktur mikro dari ketiga jenis nanopartikel, namun dalam penyerapan air nanosilika menunjukkan nilai terendah dibandingkan nanolainnya. Berdasarkan kuat tekan berdasarkan nanoSiO₂ , Nano Al₂O₃ dan nanoZnO didapat nanosilika lebih unggul 40% dibandingkan dengan nanolainnya.

Ahmed M. Diab, et al (2019) mempelajari pengaruh nanomaterial dengan menggunakan NanoSiO₂ sebanyak 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dan nano metakolin sebanyak 1%, 3%, 6% dan 9% terhadap berat semen. Hasil pengujian didapat dengan menggunakan nanosilika dapat meningkatkan kekuatan terhadap serangan sulfat, kehilangan kuat tekan dengan menggunakan nanosilika sebesar 18,6%. Sedangkan nano metakolin kehilangan kuat tekan sebesar 41,4%.

Xu, et al (2021) mempelajari pengaruh temperature agregat halus, epoxyresin dan hardener. Kuat tekan semakin tinggi dengan bertambahnya umur pada matriks epoxy resin 80% pada umur 60 hari. Pada umur 30 hari matrix dapat digunakan sebagai bahan perbaikan beton dengan rasio pengikat agregat 5,5% dengan kuat tekan sebesar 55 MPa.

Kumar et al (2018) dengan mencampurkan epoxy resin, hardener dan nanosilika sebanyak 1%, 2%, 3%, dan 4%. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan dengan campuran 3% nanosilika dapat meningkatkan kuat tekan, semakin tinggi nanosilika yang digunakan matrik polimer mengalami penurunan kuat tekan.

Septriansyah et al (2021) mempelajari pengaruh temperature dan lamanya pemanasan terhadap karakteristik nanokomposit. Hasil pengujian didapatkan pada suhu 85° C selama 1 jam pada umur 28 hari kuat tekan sebesar 56,65 MPa dengan berat Jenis 1.464 kg/m³. Semakin tinggi dan lamanya proses pemanasan dapat mengakibatkan matrix mengalami sifat getas yang mengakibatkan kuat tekan menjadi berkurang.

Anjana Sahu et al (2020) pengaruh nanosilika terhadap sifat mekanis dengan menggunakan agregat halus daur ulang. Nanosilika dengan persentase 0,75%, 1,50% dan 3% terhadap berat agregat halus daur ulang. Penggunaan nanosilika pada mortar dapat meningkatkan kuat tekan khususnya penggunaan nano sebanyak 3%. Nanosilika menunjukkan hasil yang lebih baik dengan bertambahnya umur specimen.

C. Kiruthika et al (2020) aspek beton polimer dengan menggunakan resin dan agregat halus hasil yang didapat pada penelitian ini memiliki berbagai keunggulan seperti sifat mekanik yang lebih tinggi, daya tahan tinggi, proses pengerasan yang cepat dan memiliki sifat tahan terhadap asam.

Hamid Kalhori et al (2020) pengaruh daya tahan nanosilika dan nano clay terhadap suhu dingin-cair dengan persentase nano 0%, 2%, 4%, dan 6%. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah sampel nanosilika dengan menggunakan 6% nanosilika memiliki sifat mekanik dan paling tahan terhadap siklus beku-cair. Penggunaan nano clay memiliki peningkatan lebih rendah dari nanosilika. Persentase optimal untuk nano clay adalah 4%. Menggunakan bahan bersekalanya nano dapat meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan terhadap suhu rendah hal ini disebabkan nanomaterial memiliki efek sebagai pengisi yang baik dan menghasilkan struktur matrix yang kurang berpori dan lebih padat.

Mehrab Nodehi (2021) membahas polimer berbasis epoxy, polyester dan vinil ester. Beton polimer memiliki tingkat pengembangan kekuatan yang jauh lebih tinggi daripada beton biasa yang dapat menghasilkan beton berkekuatan tinggi. Hasil yang didapat pada penelitian ketiga jenis polimer ialah epoxy resin memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan pengikat lainnya. Resin polyester memiliki kuat tekan dan kuat tarik lebih rendah dibandingkan dengan epoxy resin. Resin vinil ester memiliki kekuatan lebih baik dibandingkan resin polyester tetapi tidak memiliki sifat ikatan yang lebih baik dibandingkan dengan resin lainnya.

Beberapa penelitian diatas menggunakan bahan-bahan nanosilika, pasir, epoxy resin dan hardener sebagai bahan campuran. Bahan tersebut memiliki dampak yang baik terhadap karakteristik nanokomposit. Pada penelitian disertasi ini melanjutkan penelitian terdahulu tentang karakteristik nanokomposit dengan variasi temperature dan lamanya pemanasan. Untuk melengkapi informasi penelitian, penulis mengusulkan dengan melakukan pengujian durabilitas terhadap serangan asam. dengan menggabungkan material nanosilika yang dapat meningkatkan kuat tekan maksimum, epoxy resin dan hardener yang memiliki karakteristik kuat tekan dan lentur yang kuat sehingga dapat membentuk suatu ikatan matriks polimer. Target yang ingin dicapai specimen tahan terhadap serangan asam, kuat tekan yang tinggi , berat jenis yang ringan sehingga dapat dipergunakan sebagai bahan perbaikan beton dan sebagai bahan pelapis yang mampu menahan serangan asam, oleh karena penulis mengajukan judul penelitian disertasi: **“Durabilitas Polimer Nanokomposit Terhadap Serangan Asam”**.

KARAKTERISASI BETON NANOSSELULOSA



**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

PENDAHULUAN



Latar Belakang

Pada negara berkembang salah satunya Indonesia, pembuangan limbah kertas merupakan masalah utama. Menurut sebuah penelitian, lebih dari 400 juta ton kertas diproduksi di seluruh dunia setiap tahun. Diperkirakan pabrik kertas memproduksi 450 juta ton kertas dan karton setiap tahunnya. Kertas bekas merupakan salah satu penyebab pencemar udara, air dan tanah terbesar dalam beberapa tahun terakhir, kertas merupakan bagian terbesar kedua dari plastik yang menyebabkan permasalahan sampah di banyak kota di berbagai negara. Menurut Badan Perlindungan Lingkungan (EPA), Amerika Serikat mendaur ulang sekitar 50% kertas yang dibuang setiap tahun. Artinya sekitar 60% atau 50 juta ton kertas berakhir di TPA. Sementara sisanya di daur ulang (Ilakkiya, R., Dhanalakshmi, G. 2018).

Pada setiap pembangunan infrastruktur jelas sangat membutuhkan suatu produk material beton yang bahan dasarnya bisa memanfaatkan limbah kertas bekas dengan ketersediaan yang berlimpah dan berkelanjutan serta ramah lingkungan.





PERUMUSAN MASALAH

Bagaimana metode sintesis nanoselulosa – *low energy concept*?

Bagaimana karakteristik nanoselulosa?

Bagaimana metode campuran beton nanoselulosa?

Bagaimana pengaruh campuran nanoselulosa terhadap karakteristik beton?

Bagaimana durabilitas beton nanoselulosa?



PERUMUSAN MASALAH

Menghasilkan metode sintesis nanoselulosa – *low energy concept*.

Menghasilkan karakteristik nanoselulosa.

Menghasilkan metode campuran beton nanoselulosa.

Menghasilkan pengaruh campuran nanoselulosa terhadap karakteristik beton.

Menghasilkan durabilitas beton nanoselulosa.



RUANG LINGKUP PENELITIAN

Sintesis Nanoselulosa – *low energy concept*

- Limbah Kertas, NaOH dan NaClO
- Sintesis Mekanis
- Sintesis Kimiawi
- PSA, XRD, SEM FTIR dan EDX

Karakterisasi Beton Nanoselulosa

- Campuran Beton (Semen, Pasir dan Nanoselulosa)
- Karakteristik Beton (Berat Jenis dan Kuat Tekan)
- Durbilitas Beton (Konstan dan Siklis)
- Berat Jenis, Kuat Tekan, XRD, FTIR, SEM dan EDX



TINJAUAN PUSTAKA

DEFENISI NANO (Hou dkk., 2015)

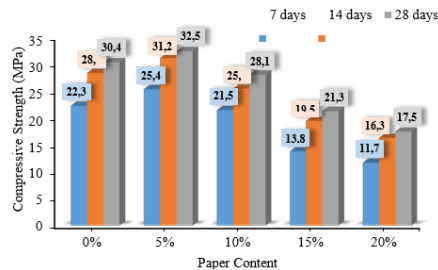
Nanomaterial adalah suatu material yang memiliki dimensi atau ukuran partikel berkisar 100 - 500 nm.

METODE PENDEKATAN NANO (J. Šesták ., 2020)

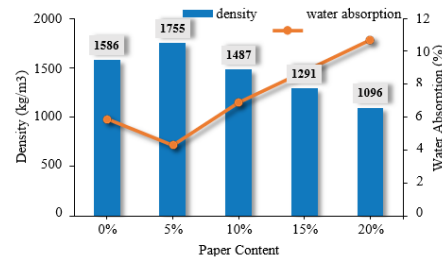
- Pendekatan top-down yaitu dimana ukuran struktur yang besar diperkecil menjadi skala nano sambil mempertahankan unsur aslinya tanpa kontrol tingkat atom.
- Pendekatan bottom-up yang sering disebut dengan teknologi nano molekuler atau manufaktur molekuler di mana bahan direkayasa dari atom atau komponen molekuler melalui proses perakitan dari struktur yang kecil menjadi besar.

KARAKTERISTIK BETON

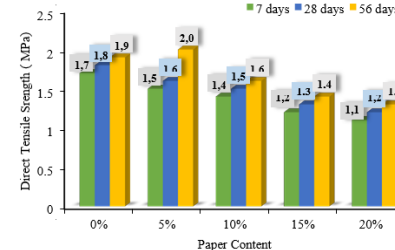
- Zaki dkk., 2019 menjelaskan kertas yang digunakan berasal dari kantor, sekolah, maupun surat kabar. Penelitian dengan campuran limbah kertas sebanyak 5%, 10%, 15% hingga 20%. Pengolahan kertas dilakukan dengan perendaman limbah kertas selama 3 hari, kemudian disaring, digiling dan dikeringkan selanjutnya dicampurkan dengan mortar. Hasil kuat tekan dan berat jenis, kuat tarik dan kuat lentur mortar.



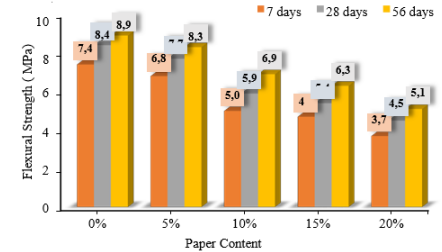
Kuat Tekan



Berat Jenis



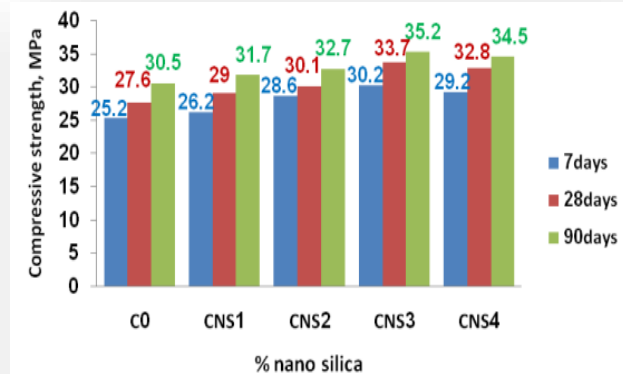
Kuat Tarik



Kuat Lentur

KARAKTERISTIK BETON

- Tawfik dkk., 2020 menjelaskan dengan penggabungan nano silika dan material nano limbah keramik dapat meningkatkan mutu beton. Dalam penelitian tersebut menjelaskan campuran optimum penggunaan nano silika sebanyak 3% dari berat semen maka dapat meningkatkan kuat tekan beton hingga 30,2 MPa pada usia 7 hari dan 33,7 MPa usia 28 hari sedangkan pada usia 90 hari menghasilkan 35,2 MPa. Jika dibandingkan dengan campuran 0% maka kuat tekan meningkat sekitar 23% pada usia 28 hari pada campuran 3%.



KARAKTERISTIK BETON

- Krishnaveni dkk., 2021 penambahan nano alumina pada beton dengan persentase 1%, 2%, 3% dan 4%, optimasi dan pengaruh terhadap keseluruhan kekuatan beton. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan nano alumina pada beton sangat berpengaruh pada permukaan beton sehingga dapat menghilangkan rongga – rongga kosong pada beton yang mempengaruhi durabilitas beton karena kerapatan pori-pori mampu menghalangi cairan yang masuk sehingga dapat merusak beton.
- Guo dkk., 2017 penambahan nano kaolin sebanyak 4% maka dapat menghasilkan permeabilitas rendah klorida mortar semen yang signifikan di antara tujuh varian campuran yang lain. Koefisien difusi klorida mortar dengan penambahan 4% nano kaolin akan menurun sebesar 18,93%, 12,68% dan 31,05% masing-masing pada 7, 14 dan 28 hari curing. Selain hal di atas dengan penambahan 6% nano kaolin dari berat semen dapat meningkatkan kuat lentur mortar masing-masing sebesar 27,53%, 10,09% dan 8,65% pada 3, 14 dan 28 hari.



NILAI NOVELTY PENELITIAN

- Memanfaatkan limbah kertas sebagai bahan dasar nanoselulosa yang ramah lingkungan serta ketersediaan bahan dasar yang berlimbah dan berkelanjutan karena setiap hari di produksi oleh masyarakat.
- Sintesis nanoselulosa berbahan dasar limbah kertas dengan *low energy concept*.
- Eksperiment material composite beton dengan menggunakan material local (Agregat Halus Ex. Tanjung Raja, Agregat kasar Ex. Lahat dan Semen Tipe 1 Ex. Batu Raja).
- Menghasilkan beton ringan yang ramah lingkungan dan efektif dalam industri konstruksi.
- Pengujian durabilitas dengan kondisi lingkungan Sumatera Selatan dan Bangka Belitung.

DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Publikasi 1
(Jan-Juni 2023)

**Synthesis of Nanocellulose from Paper Waste -
*Low Energy Concept***

Publikasi 2
(Juli-Des 2023)

**Effect of Nanocellulose Waste Paper on the
Mechanical Properties and Microstructure of
Lightweight Concrete**

Publikasi 3
(Juli-Des 2024)

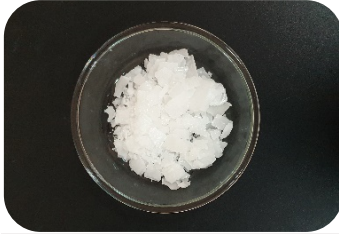
**Contribution of Waste Paper Nanocellulose to the
Durability of Lightweight Concrete after Being
Exposed to Acidic and Salty Environments**



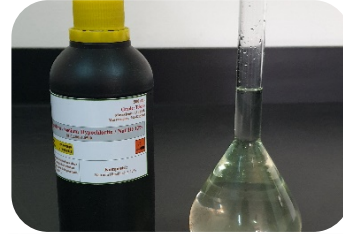
BAHAN SINTESIS NANOSELULOSA



Kertas Bekas



NaOH



NaClO



Aquades



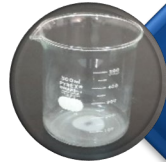
Air



ALAT SINTESIS NANOSELULOSA



Neraca Digital



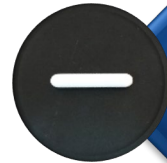
Gelas Ukur



Hot Plate



Blender



Stirrer Magnetic



Corong Pemisah



Kertas Lakmus



Oven



ALAT & BAHAN PEMBUATAN BETON NANOSELULOSA



Mixer



Bekisting



Sendok



Bejana



Semen Tipe 1



Agregat Halus



Agregat Kasar



Air



Superplasticizer



Nanoselulosa

Tahap 1

- Sintesis & Karakterisasi Nanoselulosa

Tahap 2

- Karakterisasi Beton Nanoselulosa

Tahap 3

- Karakterisasi Beton Nanoselulosa Pasca Uji Durabilitas

TAHAP 1. SINTESIS NANOSELULOSA



Potong limbah
kertas dan
rendam
selama 1 hari



Penggilingan
basah selama
10 menit



Pemanasan
NaOH 3%, 5%
dan 7% dan
NaClO 2% dan
pengadukan
secara
konstan
selama 30, 45
dan 60 menit
dengan
Temperature
75°C



Pencucian
sampel
sampai pH
netral



Pengeringan
dengan Oven
pada
Temperature
100°C



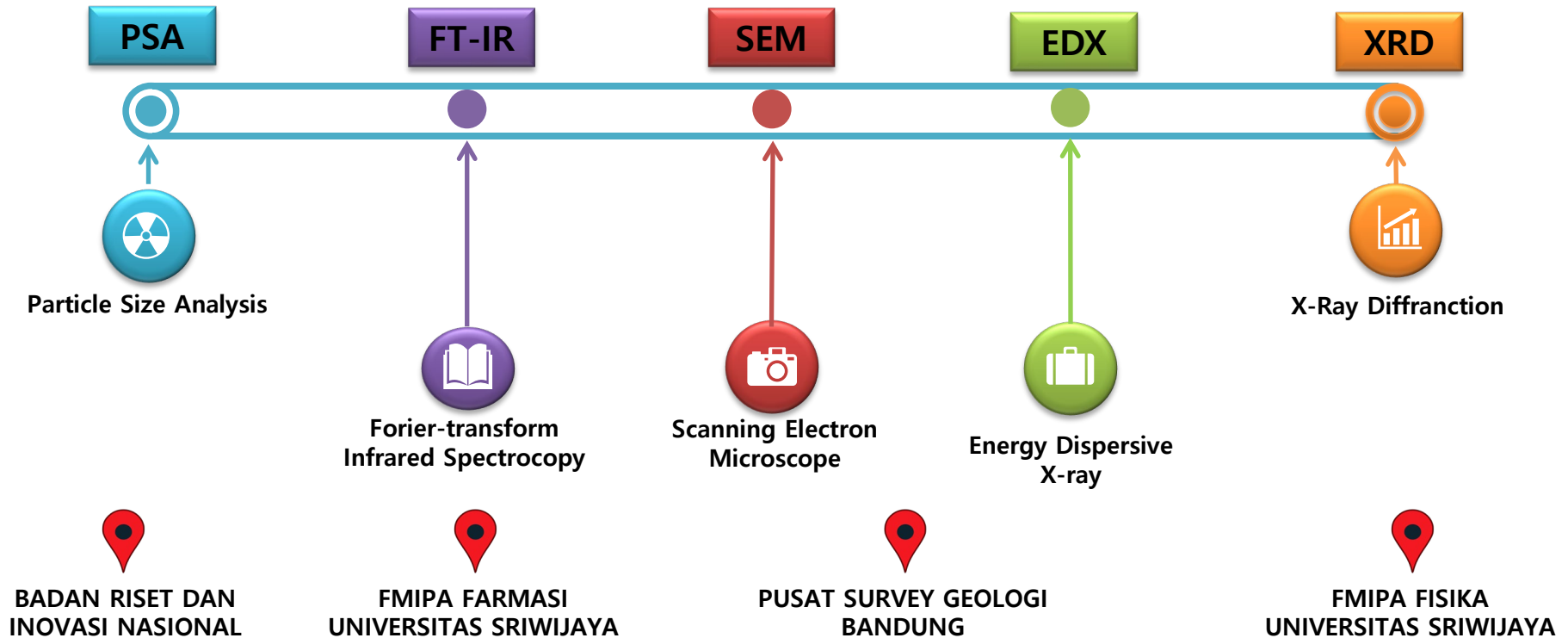
Penggilingan
kering selama
15 menit



Menghasilkan
Nanoselulosa



TAHAP 1. KARAKTERISASI NANOSELULOSA



TAHAP 2. KARAKTERISASI BETON NANOSULOSA

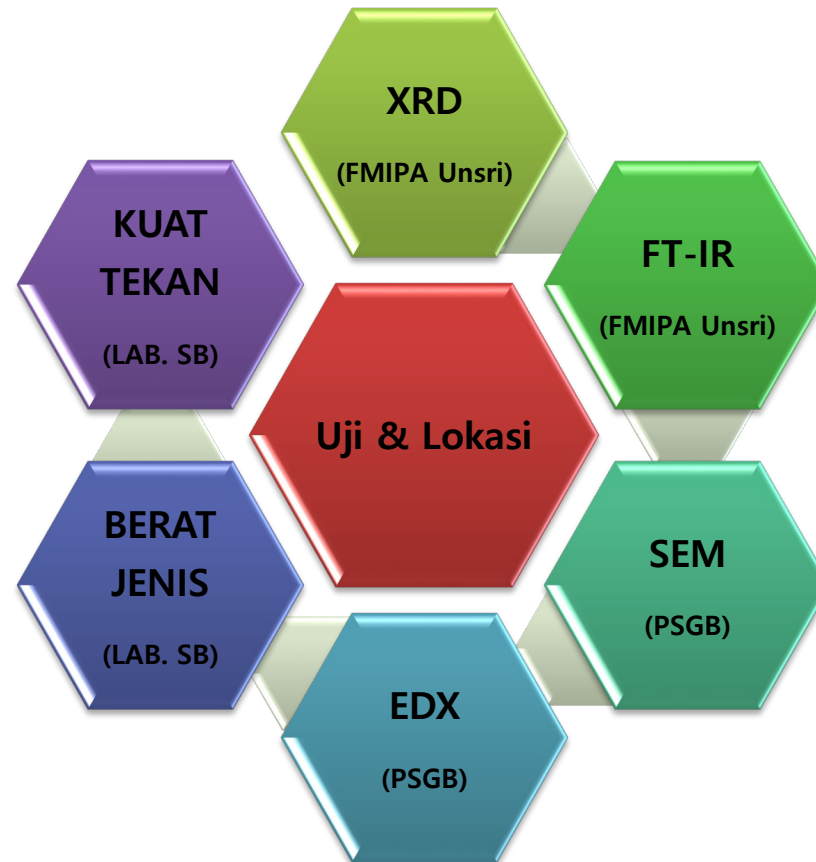


**Campuran Beton
Nanoselulosa**

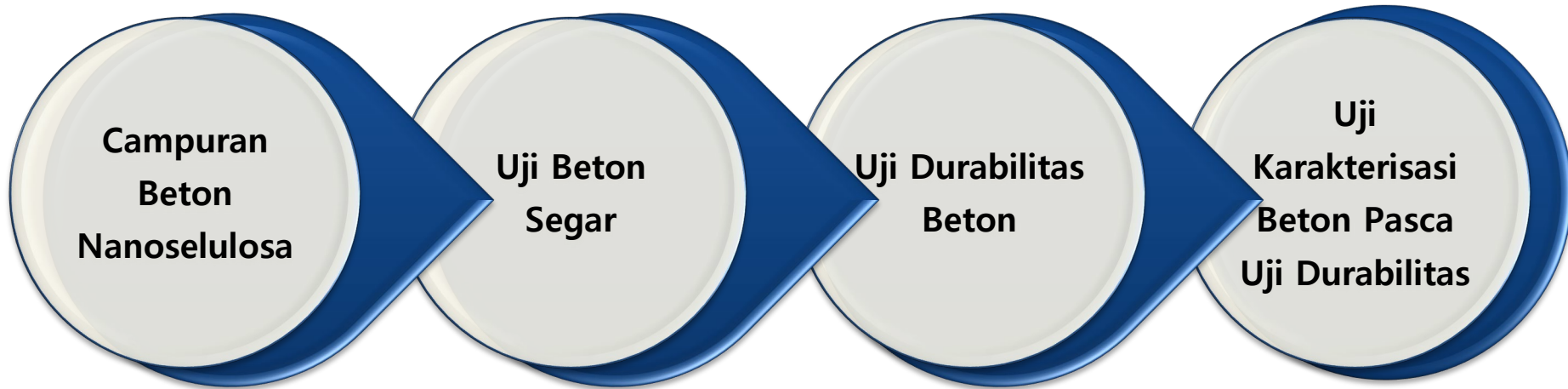
Uji Beton Segar

**Uji Karakterisasi
Beton**

TAHAP 2. KARAKTERISASI BETON NANOSELULOSA



TAHAP 3. DURABILITAS BETON



TAHAP 3. DURABILITAS BETON

Asam
Lemah
(ASTM)

Konstan

Siklis

Air Rawa
(Banyuasin)

Konstan

Siklis

Air Laut
(Babel)

Konstan

Siklis

Literatur

Konstan

Siklis



- **XRD**
(FMIPA Unsri)
- **FT-IR**
(FMIPA Unsri)
- **SEM**
(PSGB)
- **EDX**
(PSGB)
- **BERAT JENIS**
(LAB. SB)
- **KUAT TEKAN**
(LAB. SB)



MANFAAT PENELITIAN

1. Menemukan jenis material baru yang berkelanjutan yang bersumber dari limbah kertas dengan ketersediaan berlimpah serta ramah lingkungan.
2. Dapat digunakan pada konstruksi sebagai additive dalam composite beton/mortar yang mampu mengurangi berat jenis beton akan tetapi tidak mengurangi kuat tekan sehingga baik digunakan sebagai composite beton/mortar.
3. Mampu menambah durabilitas beton/mortar karena material berstruktur nano mampu mengisi rongga-rongga atau pori-pori pada permukaan beton sehingga mampu mengurangi permeabilitas beton.

Rancangan metodologi penelitian dalam penelitian ini mencakup semua mencapai tujuan dan manfaat penelitian. Metode sintesis nanoselulosa berbahan dasar limbah kertas dengan mengusung konsep rendah energi namun mampu menghasilkan material nanoselulosa yang sama dengan metode energi tinggi. Karakteristik nanoselulosa meliputi fisik, kimia dan mikrostruktur dengan pengujian PSA, FTIR, XRD, SEM dan EDX. Selanjutnya karakterisasi kimiawi beton nanoselulosa dan penilaian aktivitas pozzolan dilakukan untuk memilih persentase spesimen nanoselulosa yang digabungkan dengan Semen Tipe 1 untuk membentuk nanokomposit semen. Pengaruh nanoselulosa sebagai campuran dalam semen terhadap perkembangan hidrasi semen dipantau berdasarkan studi sifat kimia dan mikrostruktur pasta semen terhidrasi. Karakteristik beton meliputi uji kuat tekan, berat jenis dan karakterisasi kimiawi dengan menggunakan analisis mikrostruktur FTIR, XRD, SEM dan EDX.

- Guo, X.Y., Fan, Y.F., Yang, K. 2017. Influence of the Nano Materials of Kaolin Content on the Chloride Permeability of Cement Mortar. *Engineering Materials*. 730 : 406-411.
- Hou, P., Qian, J., Cheng, X., & Shah, S. P. (2015). Effects of the pozzolanic reactivity of nanoSiO₂ on cement-based materials. *Cement and Concrete Composites*, 55, 250-258.
- Ilakkiya, R., Dhanalakshmi, G. 2018. Experimental Investigation On Concrete Using Waste Paper. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 5 (2) : 1995-1999.
- J. Šesták, “Thermal physics of nanostructured materials: Thermodynamic (top-down) and quantum (bottom-up) issues,” *Mater. Today Proc.*, vol. 37, no. xxxx, pp. 28–34, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2020.02.733.
- Krishnaveni, C., S, Senthil Selvan. 2021. Study on nano-alumina in concrete. *Materials Today: Proceedings*.
- Tawfik, T.A., Aly Metwally, K., S.A.EL-Beshlawy, Al Saffar, D.M., Tayeh, B.A.,Soltan Hassan, H. 2020. Exploitation of the nanowaste ceramic incorporated with nano silica to improve concrete properties, *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*.
- Zaki, H. M., Salih, S. A., & Gorgis, I. N. (2019). Characteristics of paper-cement composite. *Journal of Engineering*, 25(4), 122-138.



**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

TERIMA KASIH

KARAKTERISTIK MATERIAL NANO ABU AMPAS TEBU DENGAN METODE SINTESIS



PROGRAM STUDI ILMU TEKNIK
PROGRAM DOKTOR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

Latar Belakang

Nanoteknologi dalam bidang konstruksi dan bahan bangunan saat ini masih belum merata. Hal ini disebabkan eksploitasi nanoteknologi dalam beton dengan skala komersial masih sangat terbatas. Dengan kemajuan yang terjadi dalam ilmu *nanomaterial* dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang fenomena dasar semen pada skala nano misalnya sifat struktur dan sifat mekanisnya

Produksi tebu merupakan salah satu sektor kebutuhan masyarakat. Pembuatan gula pada tebu membutuhkan proses pembakaran dengan menggunakan ampas tebu. Menurut Mohammed, dkk., 2010 setiap metrik ton tebu menghasilkan sekitar 26% ampas tebu.

Selama ini mortar masih menggunakan semen portland dan kapur sebagai bahan pengikat utama yang harganya cukup mahal. Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif pengikat lainnya yang memiliki harga lebih murah dan diprediksikan dapat meningkatkan sifat mekanik mortar. Bahan pengikat alternatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pembakaran ampas tebu.

RUMUSAN MASALAH



Bagaimana metode sintesis nano abu ampas tebu yang dilakukan secara kimiawi ?

Bagaimana pengaruh nano abu ampas tebu pada campuran mortar Terhadap sifat mekanik?

Bagai mana karakteristik nanomaterial yang diuji menggunakan (PSA), (XRD), (SEM)-(EDX), (FTIR) ?



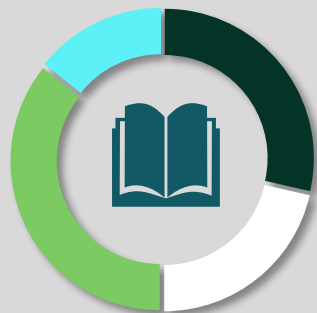
TUJUAN PENELITIAN

Memperoleh hasil dari metode pembuatan nano abu ampas tebu yang dilakukan secara kimiawi

Menganalisa pengaruh nano abu ampas tebu pada campuran mortar Terhadap sifat mekanik?

Menganalisa karakteristik nanomaterial yang diuji menggunakan (PSA), (XRD), (SEM)-(EDX), (FTIR) ?

Karakterisasi material



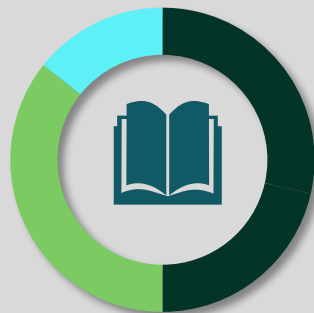
PSA

1

Particle Size Analyzer



PT DKSH INDONESIA
JAKARTA



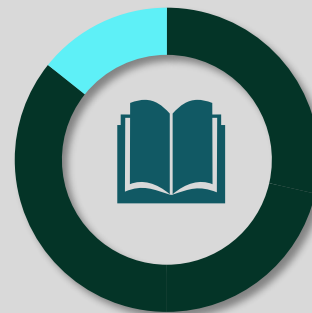
XRD

2

X-Ray Diffraction



LABORATORIUM FMIPA
FISIKA UNSRI INDRALAYA



SEM-EDX

3-4

Scanning Electron Microscope-
Energy Dispersive X-Ray
Spectroscopy



LABORATORIUM PUSAT SURVEI
GEOLOGI BANDUNG



FTIR

5

Fourier-Transform
Infrared Spectroscopy



LABORATORIUM FMIPA
FARMASI UNSRI INDRALAYA

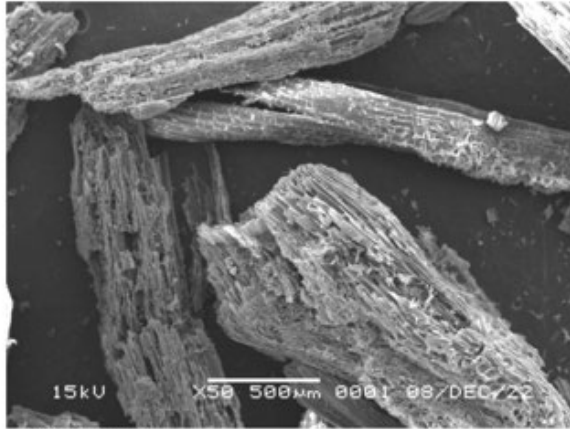
Komposisi semen dan Nanosilika

Penelitian yang dilakukan oleh yang dilakukan oleh Ghasemipor dkk. 2018 tentang penggunaan nano silika untuk meningkatkan kompresif, kekuatan abrasi, konduktivitas hidrolis koefisien dan porositas pada beton. Menganalisis komposisi kimia yang terkandung didalam OPC dan nano silika dapat pada

Unsur Kimia	Kandungan	
	Semen Tipe 1	Nano silika
SiO ₂	20,00	94,06
Al ₂ O ₃	6,00	0,13
Fe ₂ O ₃	3,00	0,03
CaO	65,00	0,10
MgO	2,00	0,09
Na ₂ O	1,00	1,13
K ₂ O	1,00	0,02
SO ₃	2,00	0,02

Sumber: Komposisi kimia semen dan nano silika (Ghasemipor dkk., 2018)

Hasil SEM dan XRF Limbah Abu Ampas Tebu

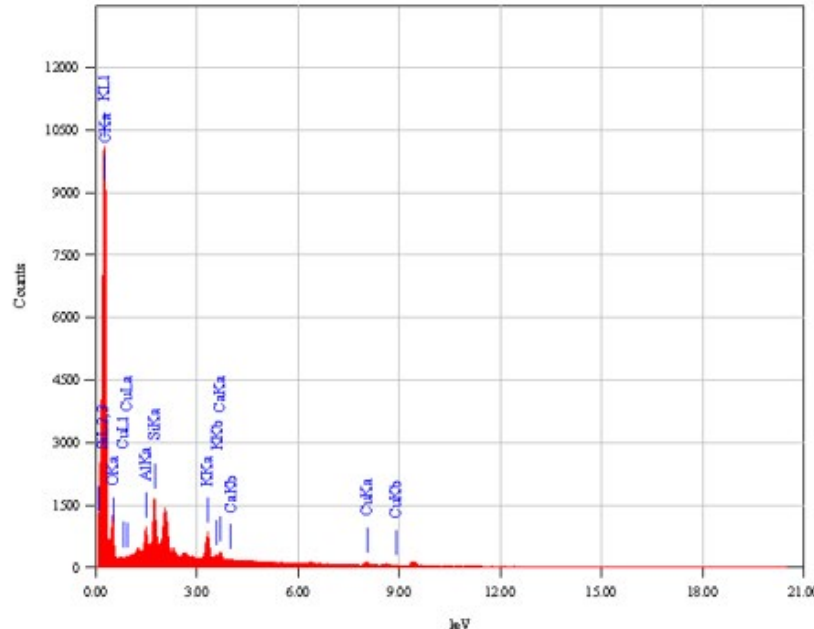


573 SEM 50x

Instrument: JSM-6360

Accel.Volt(kV): 15
Org. Mag. x50
Image: SEI
<SEI>

Date: 2022-12-08



LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI (GEOLOGY LABORATORIES)

Alamat operasional: Jl. Dr. Djundjuran No. 236, Bandung, 40174, Indonesia
Kantor Pusat: Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia
Telp: 022-6032207 Fax: 022-7202669 E-mail: laboratorium_psg@esdm.go.id

HASIL UJI KIMIA METODE XRF (XRF METHOD CHEMISTRY ANALYSIS RESULT)

Nomer lab. (lab. number) : 120/GL/2.2/12/2022

Tanggal (date) : 7 Desember 2022

Kode sampel (sample code)	: Abu Ampas Tebu	Tanggal diterima (received date)	: 22 November 2022
Kode lab. (lab. code)	: 120/22/573	Tanggal diuji (analyzed date)	: 6 Desember 2022
Lokasi (location)	: -	Metode uji (method)	: GL-MU-2.2
Kedalaman (depth)	: -	Metode preparasi (preparation method)	: Pressed Pellet
Pemilik (property)	: Asri Mulyadi Universitas Sriwijaya		

Compound	m/m%	StdErr	El	m/m%	StdErr
SiO2	70.63	0.23	Si	33.02	0.11
Fe2O3	3.96	0.10	Fe	2.77	0.07
Al2O3	3.48	0.09	Al	1.84	0.05
K2O	1.75	0.07	K	1.45	0.05
TiO2	1.55	0.06	Ti	0.929	0.037
P2O5	0.927	0.046	Px	0.405	0.020
CaO	0.728	0.036	Ca	0.521	0.026
MgO	0.706	0.035	Mg	0.426	0.021
SO3	0.235	0.012	Sx	0.0942	0.0047
Cl	0.134	0.007	Cl	0.134	0.007
ZrO2	0.0906	0.0045	Zr	0.0671	0.0034
MnO	0.0627	0.0031	Mn	0.0486	0.0024
Cr2O3	0.0424	0.0021	Cr	0.0290	0.0014
Na2O	0.0308	0.0040	Na	0.0229	0.0030
V2O5	0.0141	0.0010	V	0.0079	0.0006
ZnO	0.0051	0.0006	Zn	0.0041	0.0004
CuO	0.0028	0.0005	Cu	0.0022	0.0004
NiO	0.0027	0.0006	Ni	0.0021	0.0004

REFERENSI

- Batool, Farnaz, et al. "Characterization of Sugarcane Bagasse Ash as Pozzolan and Influence on Concrete Properties." *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 45, no. 5, 2020, pp. 3891–900, doi:10.1007/s13369-019-04301-y.
- Bayapureddy, Yogitha, et al. "Sugarcane Bagasse Ash as Supplementary Cementitious Material in Cement Composites: Strength, Durability, and Microstructural Analysis." *Journal of the Korean Ceramic Society*, vol. 57, no. 5, 2020, pp. 513–19, doi:10.1007/s43207-020-00055-8.
- Berenguer, Romildo A., et al. *Sugar Cane Bagasse Ash as a Partial Substitute of Portland Cement: Effect on Mechanical Properties and Emission of Carbon Dioxide* Romildo. 2020.
- Channa, Shahid Hussain, et al. "Short-Term Analysis on the Combined Use of Sugarcane Bagasse Ash and Rice Husk Ash as Supplementary Cementitious Material in Concrete Production." *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 3, 2022, pp. 3555–64, doi:10.1007/s11356-021-15877-0.
- Dineshkumar, R., and P. Balamurugan. "Behavior of High-Strength Concrete with Sugarcane Bagasse Ash as Replacement for Cement." *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 6, no. 2, 2021, doi:10.1007/s41062-020-00450-4.
- Gupta, Chandan Kumar, et al. "Examination of Microstructure of Sugar Cane Bagasse Ash and Sugar Cane Bagasse Ash Blended Cement Mortar." *Sugar Tech*, vol. 23, no. 3, 2021, pp. 651–60, doi:10.1007/s12355-020-00934-8.
- Molin Filho, Rafael Germano Dal, et al. "Characterization of Different Sugarcane Bagasse Ashes Generated for Preparation and Application as Green Products in Civil Construction." *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 21, no. 8, 2019, pp. 1687–98, doi:10.1007/s10098-019-01740-x.
- Murthi, P., et al. "Enhancing the Strength Properties of High-Performance Concrete Using Ternary Blended Cement: OPC, Nano-Silica, Bagasse Ash." *Silicon*, vol. 12, no. 8, 2020, pp. 1949–56, doi:10.1007/s12633-019-00324-0.
- Murugesan, T., R. Vidjeapriya, et al. "Reuse of Silica Rich Sugarcane Bagasse Ash in Concrete and Influence of Different Curing on the Performance of Concrete." *Silicon*, vol. 14, no. 6, 2022, pp. 3069–80, doi:10.1007/s12633-021-01089-1.

- Murugesan, T., G. Athira, et al. "Sustainable Opportunities for Sugar Industries Through Potential Reuse of Sugarcane Bagasse Ash in Blended Cement Production." *Sugar Tech*, vol. 23, no. 5, 2021, pp. 949–63, doi:10.1007/s12355-021-00978-4.
- Muthadhi, Adhikesavan, and S. Banupriya. "Production of Self-Compacting Concrete with Fly Ash Using Bagasse Ash as Fine Aggregate." *Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Civil Engineering*, vol. 46, no. 3, 2022, pp. 2187–200, doi:10.1007/s40996-021-00719-3.
- Praveenkumar, S., and G. Sankarasubramanian. "Mechanical and Durability Properties of Bagasse Ash-Blended High-Performance Concrete." *SN Applied Sciences*, vol. 1, no. 12, 2019, doi:10.1007/s42452-019-1711-x.
- Ribeiro, Bruno, et al. "A Study on Mechanical Properties of Mortar with Sugarcane Bagasse Fiber and Bagasse Ash." *Journal of Material Cycles and Waste Management*, vol. 22, no. 6, 2020, pp. 1844–51, doi:10.1007/s10163-020-01071-w.
- Rompas, Gerry Phillip, et al. "Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas." *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 2, 2013, pp. 82–89.
- Saloma, Hanafiah, et al. "Effect NaOH Concentration on Bagasse Ash Based Geopolymerization." *MATEC Web of Conferences*, vol. 78, 2016, doi:10.1051/mateconf/20167801025.
- Saloma, Amrinsyah Nasution, et al. "Improvement of Concrete Durability by Nanomaterials." *Procedia Engineering*, vol. 125, 2015, pp. 608–12, doi:10.1016/j.proeng.2015.11.078.
- Sarir, Muhammad, et al. "Performance Evaluation of Asphalt Concrete Mixtures Using Bagasse Ash as Filler." *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, vol. 46, no. 2, 2022, pp. 1553–70, doi:10.1007/s40996-021-00641-8.
- Setyowati, Erni. "Eco-Building Material of Styrofoam Waste and Sugar Industry Fly-Ash Based on Nano-Technology." *Procedia Environmental Sciences*, vol. 20, 2014, pp. 245–53, doi:10.1016/j.proenv.2014.03.031.
- . *The Nano Sugarcane Bagasse Ash and Polymer Waste as Materials for Polymer Brick to Support Green Construction*. no. January 2020, 2016.
- Tiwari, Rajeev Nath, et al. "Scale Minimization in Sugar Industry Evaporators Using Nanoporous Industrial Bio-Solid Waste Bagasse Fly Ash." *Sugar Tech*, vol. 21, no. 2, 2019, pp. 301–11, doi:10.1007/s12355-018-0686-z.



TERIMA KASIH