

Literature Review : Effect of Nano Alumina For Mortar Compressive Strength

Kuncara Adi Saputra ¹✉, Suhendro Trinugroho ²

¹ Department of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

² Department of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

✉ kuncaraas@gmail.com¹, st271@ums.ac.id²

Abstract

Many additives are used to improve the physical and mechanical properties of cement materials, pozzolan additives, such as nano silica (Ns), nano Alumina or micro silica (Ms), can replace cement in mortar and concrete. The purpose of this discussion is to find out how much research has been carried out on the mechanical and physical properties of mixed cement mortar containing nano Alumina. Nano Alumina is an illustration that the application of nano Alumina to mortar can be applied. Its application can affect the durability, workability and increase in concrete strength. Experimental results show that cement mortar mixed with nanoparticles has a higher compressive strength compared to ordinary cement mortar. In terms of concrete compressive strength, the use of Nano Alumina as a partial cement replacement is increasing, the higher the compressive strength used in the mortar. Therefore, the mechanical properties of concrete can be improved by adding nanoparticles.

Keywords: Nano Alumina; Mortar; Compressive Strength

Studi Literatur : Pengaruh Dari Nano Alumina Terhadap Kuat Tekan Mortar

Abstrak

Banyak bahan tambahan digunakan untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanik bahan cement, bahan tambah pozzolan, seperti nano silika (Ns), nano Alumina atau mikro silika (Ms), dapat menggantikan cement dalam mortar dan beton. Tujuan pembahasan ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak penelitian yang telah dilakukan tentang sifat mekanik dan fisik mortar semen campuran yang mengandung nano Alumina. Nano Alumina sebagai ilustrasi bahwa penerapan nano Alumina pada mortar dapat diterapkan. Penerapannya dapat mempengaruhi daya tahan, kemampuan kerja, dan peningkatan kekuatan beton. Hasil percobaan menunjukkan bahwa mortar cement yang dicampur dengan partikel nano memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mortar cement biasa. Dari segi kuat tekan beton, penggunaan Nano Alumina sebagai pengganti sebagian cement semakin meningkat, semakin tinggi pula kuat tekan yang digunakan pada mortar tersebut. Oleh karena itu, sifat mekanik beton dapat ditingkatkan dengan menambah partikel nano.

Kata kunci: Nano Alumina; Mortar; Kuat Tekan

1. Pendahuluan

Mortar semen adalah pasta yang dapat digunakan untuk plesteran, mengikat balok konstruksi menjadi satu, dan mengisi celah di antara mereka. Selama masa pakai, mortar semen dapat terkena sulfat, ion klorida, dan berbagai asam. Para insinyur mencari mortar semen yang lebih tahan lama dan kuat untuk kondisi lingkungan yang sulit. Salah satu bahan paling penting yang pernah diproduksi, semen, adalah dasar industri konstruksi kontemporer.



Istilah "semen" mengacu pada jenis besar bubuk hidrolis yang mengeras secara bertahap sebagai hasil dari reaksi kimia dan proses hidrasi. Semua jenis semen berasal dari pembakaran campuran batuan kapur dan aluminosilikat. Perkembangan nanoteknologi dalam beberapa tahun terakhir telah memungkinkan pendekatan baru dalam ilmu material untuk menyelesaikan masalah saat ini.

Beton, bahan komposit multifase berstruktur nano yang menua seiring berjalannya waktu, adalah salah satu bahan bangunan yang paling umum dan banyak digunakan di seluruh dunia. Konsep penggabungan material nano dalam matriks semen adalah bidang penelitian baru yang tampaknya menguntungkan. Berbagai bahan nano, termasuk tanah liat nano, tabung nano karbon, serat nano karbon, nano- SiO_2 , nano- TiO_2 , nano- Al_2HAl_3 , nano- Fe_2HAl_3 , dan tanah liat nano, baru-baru ini digunakan dalam semen dan beton untuk meningkatkan sifat mekanik, fisik, dan daya tahan, antara sifat lainnya. Mengurangi dampak negatif produksi semen portland biasa (OPC) terhadap konsumsi energi dan emisi karbon adalah masalah terbesar bagi industri konstruksi. Karena dekomposisi kalsium karbonat menjadi kalsium oksida selama proses produksi, satu ton semen mengeluarkan 600-900 kilogram karbon dioksida.

Emisi antropogenik industri semen berkisar antara 5 dan 8 persen dari total emisi di seluruh dunia. Untuk mengurangi dampak negatifnya, Anda mungkin ingin mengganti sebagian bubuk semen dengan bahan yang mengandung silika atau alumina. Mortar semen harus memiliki daya rekat yang cukup agar struktur beton dapat bertahan lama. Komposisi semen secara signifikan diubah ketika nanopartikel digunakan dalam beton.

Material nano ditambahkan ke beton setelah munculnya nanoteknologi. Untuk meningkatkan sifat komposit semen, bahan nano seperti nano silika, nano titania, dan nano clay digunakan. Bahan nano seperti titania dapat meningkatkan sifat mekanik dan daya tahan beton dalam berbagai cara, seperti dengan mendistribusikan produk hidrasi dengan lebih baik dalam matriks semen melalui mekanisme fisik yang disebut efek nukleasi. Penelitian terbaru tentang material beton telah menunjukkan bahwa, dengan mengubah struktur hidrat semen, menambah nanopartikel dan tabung nano, dan mengontrol pengiriman bahan tambahan, beton dapat menjadi lebih baik.

Saat ini, teknologi nano dan ilmu nano didefinisikan sebagai eksplorasi, inovasi, dan penerapan material nano yang memiliki setidaknya satu dimensi dalam rentang nano meter (nm). Di bawah 100 nm adalah kisaran ukuran yang paling penting (Perubahan, 2007). Para peneliti melihat bagaimana menggunakan material dalam skala nano dan/atau pozzolan pada mortar atau beton yang dapat memadat sendiri untuk meningkatkan sifat mekanik dan fisik. Partikel dengan ukuran kurang dari 10^{-9} m disebut nano, dan mereka memiliki sifat mekanik, optik, dan elektronik unik yang menarik minat para peneliti di seluruh dunia. Akhir-akhir ini, pengaruh nanopartikel dalam teknik sipil telah menarik perhatian, dan banyak penelitian telah dilakukan di bidang ini. Aplikasinya mencakup mortar, beton, baja, kayu, aspal, pelapis, dan penyaringan air. Untuk meningkatkan sifat mekanik beton dan mortar, bahan nano ditambahkan ke dalam campuran semen.

Selanjutnya, penelitian dilakukan untuk menentukan cara yang paling ekonomis dan efisien untuk menggunakannya. Studi saat ini berfokus pada bagaimana bahan nano seperti nano-silika, nanoalumina, dan tabung nano-karbon mempengaruhi kekuatan tekan, ketahanan api, struktur pori, dan faktor lainnya pada proses pemurnian semen. Jika semen yang mengandung partikel nano dapat diproduksi dan digunakan dalam skala besar secara ekonomis, ini akan membawa kita ke era baru struktur beton yang lebih kuat dan tahan lama.

Dalam beberapa dekade terakhir, minat terhadap penambahan partikel nano pada material semen telah meningkat. Partikel nano silika, titanium, alumina, dan besi adalah beberapa penambahan nano yang paling umum digunakan dalam teknik sipil. Sifat yang ingin ditingkatkan atau dicapai, serta fungsi yang ingin dikembangkan, menentukan jenis penambahan yang akan dipilih.

Untuk menghasilkan beton yang lebih hemat biaya, teknologi nanopartikel juga dapat digunakan untuk membuat beton dengan sifat standar, terutama dalam kasus di mana bahan tambahan tambahan dan superplasticizer (SP) digunakan dalam pembuatan SCC. Banyak peneliti di seluruh dunia telah menyelidiki dampak penerapan nanopartikel pada beton, tetapi penelitian yang dilakukan hanya terbatas pada penggunaan nanopartikel alumina (NA) di SCC. Peneliti lain mempelajari permeabilitas kapiler dan kuat tekan mortar semen yang mengandung NA dan silika fume. Mereka menemukan bahwa penggantian sebagian semen dengan NA meningkatkan kekuatan tekan beton tetapi mengurangi kemampuan kerja.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan tinjauan literatur sistematis untuk mengumpulkan, mengevaluasi, mengintegrasikan, dan menyajikan hasil dari berbagai penelitian tentang topik atau pertanyaan yang diminati. Untuk menganalisis jurnal, tinjauan pustaka digunakan. Analisis jurnal ini menegaskan jurnal penelitian sebelumnya dan relevan dengan judul yang digunakan: Pengaruh Dari Nano Alumina Terhadap Kuat Tekan Mortar. Beberapa jurnal yang diambil termasuk jurnal penelitian dari 2010 hingga 2023.

Data yang dikumpulkan mencakup informasi tentang prosentase penggunaan nano alumina, serta hasil ketahanan dan kemampuan kerjanya saat ditambahkan ke mortar. Selanjutnya, setiap penelitian dipelajari untuk mengetahui bagaimana metode ini diterapkan pada mortar atau beton, berapa persentase nano alumina yang ditambahkan sebagai pengganti cement, dan bagaimana hasilnya.

Data jurnal online nasional dan internasional digunakan untuk jurnal review ini dengan bantuan aplikasi publish and perish yang berbasis data Google Scholar. Setelah mengumpulkan data yang terkait dengan judul penelitian, proses pengolahan data penelitian ini meliputi analisis data yang berkaitan dengan prosentase penggantian cement dan bahan nano. Selanjutnya, penelitian akan membahas hasil analisis, yang akan menghasilkan kesimpulan dari pembahasan penelitian, serta kesimpulan dari analisis tersebut. Pada Tabel 1. di bawah ini menampilkan beberapa data jurnal yang akan dibahas sesuai dengan topik yang terkait.

Tabel 1. Judul Artikel

Judul	Penulis
Investigation the effect of Nano-particles and recycling mortar additives on physical and mechanical properties of concrete	Abdul-Hamead, A., Othman, F. and Mohammed, R.
Investigation on the Effect of Addition of Nano Alumina, Nano Silica, Nano Titania, and MWCNTs on Flexural and Compressive Strengths of Cement Mortar Enhanced mechanical and durability properties of cement mortar by using alumina nanocoating on carbon nanofibers	Akhoundi, B. and Hojatkashani, A.
Effect of α : Phase nano Al_2O_3 and rice husk ash in cement mortar	Al Qader, H. <i>et al.</i>
Effects of nano- Al_2O_3 on early-age microstructural properties of cement paste	Alex, A.G. <i>et al.</i>
	Barbhuiya, S., Mukherjee, S. and Nikraz, H.

Judul	Penulis
Performance of fiber-reinforced alkali-activated mortar with/without nano silica and nano alumina	Dheyaaldin, M.H., Mosaberpanah, M.A. and Alzeebaree, R.
The effect of nano-silica and nano-alumina with polypropylene fiber on the chemical resistance of alkali-activated mortar	Dheyaaldin, M.H., Mosaberpanah, M.A. and Alzeebaree, R.
Characterization of high strength mortars with nano alumina at elevated temperatures	Farzadnia, N., Abang Ali, A.A. and Demirboga, R.
Effect of nano-alumina on workability, compressive strength and residual strength at elevated temperature of Cement Mortar	Gowda, R. <i>et al.</i>
Effect of nano- SiO_2 and nano- Al_2O_3 on cement mortars for use in agriculture and livestock production	León, N. <i>et al.</i>
Investigations on the preparation and mechanical properties of the nano-alumina reinforced cement composite	Li, Z. <i>et al.</i>
Influence of nanoparticles on fluidity and mechanical properties of cement mortar	Liu, J., Li, Q. and Xu, S.
Fresh, mechanical, and durability properties of self-compacting mortar incorporating alumina nanoparticles and rice husk ash	Mehdizadeh, B. <i>et al.</i>
Study the effect of calcium and nano Al_2O_3 oxide powders on the mechanical and physical properties of cement mortar	Mohammed, R.K., Kamal, H.M. and Kadhim, M.J.
Effect of nano-alumina on pore structure and durability of class F fly ash self-compacting mortar	Mohseni, E. and Tsavdaridis, K.D.
Polypropylene fiber reinforced cement mortars containing rice husk ash and nano-alumina	Mohseni, E. <i>et al.</i>
The effect of the addition of alumina powder on the confinement properties of a cement mortar	Moutei, L. <i>et al.</i>
Effect of nanoparticles on strength and durability properties on cement mortar	Prathebha, P., Aswini, S. and Revathy, J.
Study the effects of nano-materials addition on some mechanical properties of cement mortar	Rasin, F.A., Abbas, L.K. and Kadhim, M.J.
The development of nanoalumina-based cement mortars for overlay applications in concrete floors	Szymanowski and Sadowski
Comparative study of the properties of cement pastes modified with nano-silica and nano-alumina	Tsampali, E. <i>et al.</i>
The effect of nanoalumina on early hydration and mechanical properties of cement pastes	Zhan, B.J., Xuan, D.X. and Poon, C.S.
Synthesis of nano-alumina and their effect on structure, mechanical and thermal properties of geopolymer	Zidi, Z. <i>et al.</i>
A Comparative Study on the Influence of Nano and Micro Particles on the Workability and Mechanical Properties of Mortar Supplemented with Fly Ash	Seifan, M., Mendoza, S. and Berenjian, A.
Characteristics of Silica Fume Nano Alumina Ternary Blended Mortar	Yusuf, M.O.
Effect of Nano Alumina on Compressive Strength and Microstructure of High Volume Slag and Slag-Fly Ash Blended Pastes	Shaikh, F.U. and Hosan, A.
Improvement of initial mechanical strength by nanoalumina in belite cements	Campillo, I. <i>et al.</i>
Influence of nano-silica and nano-alumina in lime-pozzolan and lime-metakaolin binders	Stefanidou, M., Tsardaka, E.-C. and Pavlidou, E.
Investigation on compressive strength of cement mortar with nano alumina	Kantharia, M. and Kumar Mishra, P.
Investigation the effect of different nano materials on the compressive strength of cement mortar	Jawad, Z.F. <i>et al.</i>
Masonry mortar with nanoparticles at a low temperature	Kazempour, H., Bassuoni, M.T. and Hashemian, F.
Mechanical behaviour assessment of unsaturated polyester polymer mortars filled with nano-sized Al_2O_3 and ZrO_2 particles	Sousa, S.P.B. <i>et al.</i>

Judul	Penulis
The Impact of Nano- Al_2O_3 on the Physical and Strength Properties as Well as on the Morphology of Cement Composite Crack Surfaces in the Early and Later Maturation Age	Iskra-Kozak, W. and Konkol, J.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada campuran mortar semen, nano- Al_2HAl_3 mengurangi densitas mortar (NA), nano alumina memiliki kepadatan rendah sekitar 1,2 g/cm³, dan penyebabnya meningkatkan kalsium silikat hidrat (C-S-H) dan mengurangi fase Portland CH_2OH . Akibatnya, kepadatan mortar semen menjadi lebih rendah dibandingkan dengan sampel mortar semen kontrol. Ketika kulit telur ditambahkan ke mortar semen nano (NA), persentase bubuk kulit telur meningkat, yang menghentikan efek nano- Al_2HAl_3 .

kekuatan tekan yang meningkat dengan penambahan RHA hingga 10% berat dan kekuatan yang menurun dengan peningkatan kandungan RHA. Kekuatan mortar yang menggunakan RHA juga meningkat, terutama pada usia lanjut karena sifat pozzolannya. Kekuatan yang terus meningkat diperoleh melalui gel kalsium silikat hidrat (CSH) yang dibuat dari hidrasi semen dari reaksi kandungan silika RHA yang tinggi dengan $Ca(OH_2)$.

Dibandingkan dengan campuran kontrol tanpa nano, penggunaan nano silika atau nano alumina saja berdampak nyata terhadap berat satuan AAM. Namun, jika dibandingkan dengan campuran lain, campuran dengan 0,5% serat polipropilen (PPF) bersama dengan 1% nano silika dan 1% nano alumina menghasilkan kepadatan yang lebih tinggi. Berikut Persentase Bahan Tambahan Nano Alumina dan Kuat Tekan Mortar Pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Bahan Tambahan Nano Alumina dan Kuat Tekan Mortar

Peneliti	Persentase Nano Alumina	Persentase Bahan Material Nano Lain	Kuat Tekan dalam 28 Hari (N/mm ²)
Abdul-Hamead, A., Othman, F. and Mohammed, R.	0.5%, 1.5% dan 2.5% berat berat semen	0.5%, 1.5%, 2.5% ZrO_2	36, 34, 48
Akhoundi, B. and Hojatkashani, A.	0.04%, 0.19%, 0.33%, 0.44%, 0.49% berat semen	-	38.9, 35.3, 33, 28.9, 30.7
Al Qader, H. <i>et al.</i>	0.125%, 0.25%, 0.5% berat semen	0.125%, 0.25%, 0.5% carbon nanofibers	47,43,45
Alex, A.G. <i>et al.</i>	0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% berat semen	0%, 5%, 10%, 15%, 20% Rice Husk Ash	35.28 38.54 27.42 22.68
Barbhuiya, S., Mukherjee, S. and Nikraz, H.	2%, 4% berat semen	-	48, 50, 52
Campillo, I. <i>et al.</i>	0%, 3%, 9% berat semen	-	8.5, 15.7, 18.5
Dheyaaldin, M.H., Mosaberpanah, M.A. and Alzeebaree, R.	1%, 2% berat semen	1%, 2% Nano Silica	74, 76
Dheyaaldin, M.H., Mosaberpanah, M.A. and Alzeebaree, R.	1%, 2% berat semen	1%, 2% Nano Silica	88, 74
Farzadnia, N., Abang Ali, A.A. and Demirboga, R.	1%, 2%, 3% berat semen	-	64, 59, 60
Gowda, R. <i>et al.</i>	1%, 3%, 5% berat semen	-	17,16,18
Iskra-Kozak, W. and Konkol, J.	1%, 2%, 3%, 4% berat semen	-	39.5, 40.0, 39.6, 36.8

Peneliti	Persentase Nano Alumina	Persentase Bahan Material Nano Lain	Kuat Tekan dalam 28 Hari (N/mm ²)
Jawad, Z.F. <i>et al.</i>	1.0%, 1.5%, 3.0%, 5.0% berat semen	-	26.5, 30, 36, 38
Kantharia, M. and Kumar Mishra, P.	0.5%, 1.0%, 1.5%, 2% berat semen,	-	42.66, 42, 40, 39.33
Kazempour, H., Bassuoni, M.T. and Hashemian, F.	2%, 4%, 6% berat semen	-	18, 20, 26
León, N. <i>et al.</i>	5% berat semen	-	61
Li, Z. <i>et al.</i>	3%, 5%, 7% berat semen	-	52, 50, 55
Liu, J., Li, Q. and Xu, S.	0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0% berat semen	-	75.0 68.1 67.5 66.9
Mehdizadeh, B. <i>et al.</i>	0%, 1%, 3%, 5% berat semen	-	41, 44, 48, 46
Mohammed, R.K., Kamal, H.M. and Kadhim, M.J.	1% berat semen	2.5%, 5.0%, 10% Eggshell	33.71, 27.84, 26.78
Mohseni, E. and Tsavdaridis, K.D.	1%, 3%, 5% berat semen	25% fly ash	43,65 42,56 41,9
Mohseni, E. <i>et al.</i>	1%, 2%, 3% berat semen	10% rice husk ash	45, 51, 63
Moutei, L. <i>et al.</i>	0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, 20% berat semen	-	26, 27, 23, 24, 19,23,24,38,37,36,17,28
Prathebha, P., Aswini, S. and Revathy, J.	0.5%, 1.0%, 1.5% berat semen	0.5%, 1.0%, 1.5% nano silika (NS)	58,60,68
Rasin, F.A., Abbas, L.K. and Kadhim, M.J.	1%, 2%, 3%, 4%, 5% berat semen	-	92.75, 94.43, 93.78, 93.48, 92.75
Seifan, M., Mendoza, S. and Berenjjan, A.	5%, 10%, 15% berat semen	5%, 10%, 15% Mikro Alumina	11.5, 12, 12.5
Shaikh, F.U. and Hosan, A.	1%, 2%, 3%, 4% berat semen	66%, 67%, 68%, 69% blast furnace slag	46.61, 44.00, 43.49, 49.71
Sousa, S.P.B. <i>et al.</i>	2.5% berat semen	-	57.9
Stefanidou, M., Tsardaka, E.-C. and Pavlidou, E.	1.5% berat semen	-	3.37, 29.06
Szymanowski and Sadowski	0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% berat semen	-	85,79,77,75
Tsampali, E. <i>et al.</i>	1.5%, 3% berat semen	-	94.39, 87.24
Yusuf, M.O.	1%, 2%, 3% berat semen	10% silika fume	28.2, 43.2, 42.7
Zhan, B.J., Xuan, D.X. and Poon, C.S.	0%, 1%, 2%, 4% berat semen	-	49, 52, 54,60
Zidi, Z. <i>et al.</i>	1%, 2%, 3% berat semen	-	34, 39, 33

Dalam penelitian di atas, Modulus elastisitas secara keseluruhan tidak sejelas pengaruh kandungan nano-alumina terhadap kekuatan tekan mortar. Mortar dengan fraksi 3%, 5%, dan 7% memiliki kuat tekan sedikit lebih tinggi daripada mortar biasa pada usia 3 hari dan 7 hari. Sebaliknya, mortar dengan nanoalumina memiliki kuat tekan 3%, 5%, dan 7% sedikit lebih tinggi daripada mortar biasa pada usia 28 hari.

Penggunaan nano silika dan nano alumina 2% meningkatkan kekuatan tekan AAM. Ditemukan juga bahwa penggunaan serat polipropilen (PPF) mengurangi kekuatan tekan dan penggunaan gabungan bahan nano mengurangi kekuatan tekan. Meskipun demikian, banyaknya material nano dengan luas permukaan yang tinggi menyebabkan jumlah bagian non-reaktif yang tinggi, yang mengganggu hasil kuat tekan. Nilai kuat tekan benda uji dengan Na dan RHA lebih tinggi daripada sampel kontrol setelah pemeraman selama 7, 28, dan 90 hari.

Sampel kontrol memiliki nilai kuat tekan sebesar 27,8, 48,9, dan 57,5 MPa. Kemampuan NA dan RHA untuk mengisi pori-pori mortar, meningkatkan kekuatan tekan sampel, dapat menjelaskan hal ini. Jumlah NA yang berlebihan menurunkan laju hidrasi sampel mortar, yang mengakibatkan penurunan kekuatan tekan. Akibatnya, menambahkan 5% NA ke sampel berdampak negatif dibandingkan dengan sampel dengan hanya 3% NA. Laju pertumbuhan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kristal akan dikontrol jika jumlah NA dan jarak yang tersedia antara nanopartikel ini sesuai. Karena energi bebasnya yang lebih tinggi, NA berfungsi sebagai agen pengaktif yang penting untuk mempercepat hidrasi semen.

4. Kesimpulan

Hasil dari tinjauan literatur tentang temuan penelitian mortar yang dilakukan oleh para peneliti adalah:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan mortar kontrol, penambahan serbuk alumina pada matriks semen meningkatkan kekuatan tekan pada umur 28 hari. Dengan menambahkan 12% hingga 20% alumina ke dalam matriks mortar biasa, kuat tekan mortar meningkat 51% dibandingkan mortar kontrol (tanpa alumina).
2. Hasil menunjukkan bahwa pada setiap umur pengawetan, campuran yang mengandung partikel NA memiliki kuat tekan yang jauh lebih besar daripada benda uji kontrol. Untuk uji tekan, tingkat bahan tambahan yang paling baik dapat digantikan oleh campuran adalah 1,0% NA.
3. Penambahan nano-alumina ke dalam campuran geopolimer meningkatkan proses geopolimerisasi hingga 2%. Akibatnya, seiring dengan peningkatan nano alumina, kekuatan mekanik meningkat dan kemudian menurun. Namun, kekuatan tekannya masih lebih besar dari pada sampel kontrol.
4. Hasil dan diskusi di atas menunjukkan bahwa bahan nano Nano alumina dengan prosentase penggantian sebesar 1, 2, 3, 4 dan 5% dapat menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 92.75, 94.43, 93.78, 93.48, 92.75 N/mm.
5. Diharapkan bahwa tinjauan pustaka ini akan memberikan pilihan baru bagi peneliti yang ingin melanjutkan penelitian tentang topik yang ditampilkan.

Referensi

- [1] Abdul-Hamead, A., Othman, F. and Mohammed, R. (2018) 'Investigation the effect of Nano-particles and recycling mortar additives on physical and mechanical properties of concrete', *Engineering and Technology Journal*, 36(3A), pp. 295–303. doi:10.30684/etj.36.3a.8.
- [2] Akhoundi, B. and Hojatkashani, A. (2020) 'Investigation on the Effect of Addition of Nano Alumina, Nano Silica, Nano Titania, and MWCNTs on Flexural and Compressive Strengths of Cement Mortar', *AUT Journal of Civil Engineering* [Preprint].
- [3] Al Qader, H. *et al.* (2022) 'Enhanced mechanical and durability properties of cement mortar by using alumina nanocoating on carbon nanofibers', *Materials*, 15(8), p. 2768. doi:10.3390/ma15082768.
- [4] Alex, A.G. *et al.* (2022) 'Effect of α : Phase nano al_2o_3 and rice husk ash in cement mortar', *Advances in Civil Engineering*, 2022, pp. 1–8. doi:10.1155/2022/4335736.
- [5] Barbhuiya, S., Mukherjee, S. and Nikraz, H. (2014) 'Effects of nano- al_2o_3 on early-age microstructural properties of cement paste', *Construction and Building Materials*, 52, pp. 189–193. doi:10.1016/j.conbuildmat.2013.11.010.

- [6] Campillo, I. *et al.* (2007) 'Improvement of initial mechanical strength by Nanoalumina in Belite cements', *Materials Letters*, 61(8–9), pp. 1889–1892. doi:10.1016/j.matlet.2006.07.150.
- [7] Dheyaaldin, M.H., Mosaberpanah, M.A. and Alzeebaree, R. (2022) 'Performance of fiber-reinforced alkali-activated mortar with/without nano silica and nano alumina', *Sustainability*, 14(5), p. 2527. doi:10.3390/su14052527.
- [8] Dheyaaldin, M.H., Mosaberpanah, M.A. and Alzeebaree, R. (2022b) 'The effect of nano-silica and nano-alumina with polypropylene fiber on the chemical resistance of alkali-activated mortar', *Sustainability*, 14(24), p. 16688. doi:10.3390/su142416688.
- [9] Farzadnia, N., Abang Ali, A.A. and Demirboga, R. (2013) 'Characterization of high strength mortars with nano alumina at elevated temperatures', *Cement and Concrete Research*, 54, pp. 43–54. doi:10.1016/j.cemconres.2013.08.003.
- [10] Gowda, R. *et al.* (2017) 'Effect of nano-alumina on workability, compressive strength and residual strength at elevated temperature of Cement Mortar', *Materials Today: Proceedings*, 4(11), pp. 12152–12156. doi:10.1016/j.matpr.2017.09.144.
- [11] Iskra-Kozak, W. and Konkol, J. (2021) 'The impact of Nano-AL₂O₃ on the physical and strength properties as well as on the morphology of cement composite crack surfaces in the early and later maturation age', *Materials*, 14(16), p. 4441. doi:10.3390/ma14164441.
- [12] Jawad, Z.F. *et al.* (2020) 'Investigation the effect of different nano materials on the compressive strength of cement mortar', *2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATERIALS ENGINEERING & SCIENCE (IConMEAS 2019)* [Preprint]. doi:10.1063/5.0000164.
- [13] Kantharia, M. and Kumar Mishra, P. (2021) 'Investigation on compressive strength of cement mortar with Nano Alumina', *Materials Today: Proceedings*, 47, pp. 7181–7183. doi:10.1016/j.matpr.2021.06.410.
- [14] Kazempour, H., Bassuoni, M.T. and Hashemian, F. (2015) *Masonry mortar with nanoparticles at a low temperature* [Preprint].
- [15] León, N. *et al.* (2014) 'Effect of nano-SiO₂ and nano-al₂o₃ on cement mortars for use in agriculture and livestock production', *Biosystems Engineering*, 123, pp. 1–11. doi:10.1016/j.biosystemseng.2014.04.009.
- [16] Li, Z. *et al.* (2006) 'Investigations on the preparation and mechanical properties of the nano-alumina reinforced cement composite', *Materials Letters*, 60(3), pp. 356–359. doi:10.1016/j.matlet.2005.08.061.
- [17] Liu, J., Li, Q. and Xu, S. (2015) 'Influence of nanoparticles on fluidity and mechanical properties of cement mortar', *Construction and Building Materials*, 101, pp. 892–901. doi:10.1016/j.conbuildmat.2015.10.149.
- [18] Mehdizadeh, B. *et al.* (2021) 'Fresh, mechanical, and durability properties of self-compacting mortar incorporating alumina nanoparticles and rice husk ash', *Materials*, 14(22), p. 6778. doi:10.3390/ma14226778.
- [19] Mohammed, R.K., Kamal, H.M. and Kadhim, M.J. (2020) 'Study the effect of calcium and nano al₂o₃ oxide powders on the mechanical and physical properties of cement mortar', *2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATERIALS ENGINEERING & SCIENCE (IConMEAS 2019)* [Preprint]. doi:10.1063/5.0000393.
- [20] Mohseni, E. and Tsavdaridis, K.D. (2016) 'Effect of nano-alumina on pore structure and durability of class F fly ash self-compacting mortar', *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9(2), pp. 323–333. doi:10.3844/ajeassp.2016.323.333.
- [21] Mohseni, E. *et al.* (2016) 'Retracted: Polypropylene fiber reinforced cement mortars containing rice husk ash and nano-alumina', *Construction and Building Materials*, 111, pp. 429–439. doi:10.1016/j.conbuildmat.2016.02.124.
- [22] Moutei, L. *et al.* (2018) 'The effect of the addition of alumina powder on the confinement properties of a cement mortar', *MATEC Web of Conferences*, 149, p. 01055. doi:10.1051/mateconf/201814901055.

- [23] Prathebha, P., Aswini, S. and Revathy, J. (2016) 'Effect of nanoparticles on strength and durability properties on cement mortar', *Applied Mechanics and Materials*, 857, pp. 65–70. doi:10.4028/www.scientific.net/amm.857.65.
- [24] Rasin, F.A., Abbas, L.K. and Kadhim, M.J. (2017) 'Study the effects of nano-materials addition on some mechanical properties of cement mortar', *Engineering and Technology Journal*, 35(4), pp. 348–355. doi:10.30684/etj.35.4a.6.
- [25] Seifan, M., Mendoza, S. and Berenjian, A. (2021) 'A comparative study on the influence of nano and micro particles on the workability and mechanical properties of mortar supplemented with Fly Ash', *Buildings*, 11(2), p. 60. doi:10.3390/buildings11020060.
- [26] Shaikh, F.U. and Hosan, A. (2019) 'Effect of nano alumina on compressive strength and microstructure of high volume slag and slag-fly ash blended pastes', *Frontiers in Materials*, 6. doi:10.3389/fmats.2019.00090.
- [27] Sousa, S.P.B. *et al.* (2017) 'Mechanical behaviour assessment of unsaturated polyester polymer mortars filled with nano-sized al₂O₃ and ZrO₂ particles', *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, 29(1). doi:10.1016/j.ctmat.2016.08.002.
- [28] Stefanidou, M., Tsardaka, E.-C. and Pavlidou, E. (2017) 'Influence of nano-silica and nano-alumina in lime-pozzolan and lime-metakaolin binders', *Materials Today: Proceedings*, 4(7), pp. 6908–6922. doi:10.1016/j.matpr.2017.07.020.
- [29] Szymanowski and Sadowski (2019) 'The development of nanoalumina-based cement mortars for overlay applications in concrete floors', *Materials*, 12(21), p. 3465. doi:10.3390/ma12213465.
- [30] Tsampali, E. *et al.* (2019) 'Comparative study of the properties of cement pastes modified with nano-silica and nano-alumina', *Solid State Phenomena*, 286, pp. 133–144. doi:10.4028/www.scientific.net/ssp.286.133.
- [31] Yusuf, M.O. (2023) *Characteristics of silica fume nano-alumina ternary blended mortar* [Preprint]. doi:10.20944/preprints202309.1725.v1.
- [32] Zhan, B.J., Xuan, D.X. and Poon, C.S. (2019) 'The effect of nanoalumina on early hydration and mechanical properties of cement pastes', *Construction and Building Materials*, 202, pp. 169–176. doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.01.022.
- [33] Zidi, Z. *et al.* (2019) 'Synthesis of nano-alumina and their effect on structure, mechanical and thermal properties of geopolymer', *Journal of Asian Ceramic Societies*, 7(4), pp. 524–535. doi:10.1080/21870764.2019.1676498.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)