

KAJIAN PELAT BETON BERTULANG YANG TAHAN TERHADAP *AMMONIUM NITRATE*

Aditya Bimantara^{1*}, Candra Aditya², Abdul Halim³

¹PT. Pamapersada Nusantara

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama, Malang

*Email Korespondensi: adityabimantara21@gmail.com

ABSTRAK

Kerusakan material beton pada pelat lantai beton akibat bahan kimia pada bangunan yang berfungsi sebagai Gudang *Ammonium Nitrate* (AN) adalah *scalling/spalling/erosion*. Merupakan kondisi dimana beton mengalami pengelupasan pada permukaan, sehingga diperlukan perlindungan terhadap beton untuk menghindari kontak langsung oleh senyawa-senyawa kimia yang akan menurunkan performa beton. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui lebih detail mengenai sebab kerusakan beton khususnya pelat lantai pada Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS. Sehingga dapat menghasilkan suatu informasi yang dapat digunakan untuk melakukan perbaikan serta perencanaan beton khususnya pelat lantai yang mengalami kontak langsung dengan bahan kimia *Ammonium Nitrate* (AN). Metode yang digunakan dalam kajian ini yaitu mengumpulkan data mengenai kerusakan beton akibat serangan kimia. Hasil dari kajian ini yaitu metode pencegahan yang dapat dilakukan dengan memberi lapisan permukaan (*coating*) dengan *Bituminous Coating* atau *Epoxy Resin*. Sedangkan metode perbaikan yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pembongkaran pada bagian beton yang rusak dan mendesain ulang campuran beton dengan menggunakan beton serat agar memiliki permeabilitas yang lebih rendah.

Kata kunci : Beton Bertulang, Senyawa Kimia, Amonium Nitrat dan Beton Serat.

ABSTRACT

Damage to concrete materials on concrete floor slabs due to chemicals in buildings that function as Ammonium Nitrate (AN) warehouses is scalling/spalling/erosion. It is a condition where the concrete is peeling on the surface, so it is necessary to protect the concrete to avoid direct contact by chemical compounds that will reduce the performance of the concrete. This study aims to find out in more detail about the causes of concrete damage, especially floor slabs at the Explosives Storage Warehouse of PT Pamapersada District SMMS. So that it can produce information that can be used to make repairs and concrete planning, especially floor slabs that experience direct contact with Ammonium Nitrate (AN) chemicals. The method used in this study is to collect data on concrete damage due to chemical attack. The result of this study is a prevention method that can be done by coating the surface with Bituminous Coating or Epoxy Resin. While the repair method that can be done is to demolish the damaged part of the concrete and redesign the concrete mixture by using fiber concrete to have lower permeability.

Keywords : Reinforced Concrete, Chemical Compounds, Ammonium Nitrate, and Fiber Concrete.

1. PENDAHULUAN

Pada proses perencanaan gedung yang berfungsi sebagai gudang, tentu saja perlu memperhatikan faktor keamanan dan kekuatan yang harus dihitung dengan menggunakan prinsip-prinsip ilmiah. Dalam hal ini, penetapan fungsi struktur termasuk pemilihan bahan yang akan digunakan dan konfigurasi pembebanan menjadi hal yang penting dalam proses perencanaan struktur. Sehingga diperoleh struktur yang mampu memikul beban-beban yang bekerja serta meneruskan ke struktur yang berada di bawahnya dengan aman. Salah satu kerusakan material beton pada salah satu elemen struktur, terutama pada pelat lantai beton akibat bahan kimia pada bangunan yang berfungsi sebagai Gudang *Ammonium Nitrate* (AN) yaitu *scalling/spalling/erosion*. Merupakan kondisi dimana beton mengalami pengelupasan pada

permukaan, sehingga diperlukan perlindungan terhadap beton untuk menghindari kontak langsung oleh senyawa-senyawa kimia yang akan menurunkan performa beton [1]. Sehingga, dasar inilah yang menjadikan penulis melakukan kajian lebih mendalam mengenai beton tahan reaksi kimia khususnya senyawa Amonium Nitrat, dengan judul “Kajian Struktur Pelat Beton Bertulang Yang Tahan Terhadap *Ammonium Nitrate*” pada Gudang Penimbunan Bahan peledak PT. Pamapersada District SMMS agar dapat memperoleh bangunan gudang yang sesuai dengan umur rencana dan memberikan perkuatan terhadap beton yang mengalami kontak langsung dengan *Ammonium Nitrate*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelat Beton

Beton merupakan bahan dari campuran antara *Portland Cement*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan air serta tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis [2]. Beton adalah suatu bahan bangunan yang telah digunakan secara luas. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air dan agregat pada perbandingan tertentu, dimana dalam jangka waktu tertentu akan mengeras [3]. Definisi beton menurut SK SNI T-15-1990-03 adalah campuran antara semen, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan campuran yang membentuk massa padat.

2.2 *Ammonium Nitrate*

Ammonium Nitrate adalah suatu senyawa yang merupakan garam nitrat yang diperoleh dari *kation ammonium*. Senyawa ini memiliki rumus kimia NH_4NO_3 , berupa padatan kristal putih dan sangat larut terhadap air. Penggunaan amonium nitrat pada bidang pertanian adalah sebagai pupuk yang kaya akan nitrogen. Sedangkan penggunaan lain yaitu sebagai bahan peledak yang digunakan dalam konstruksi pertambangan, penggalian, dan konstruksi sipil lainnya. Amonium nitrat berupa padatan granula atau hablur berwarna putih atau transparan. Berat jenisnya yaitu 1,725 dengan suhu lebur 155°C , terurai pada suhu 210°C , memiliki berat molekul 80,0396 dengan kelarutan 118% pada suhu 0°C , sehingga sangat mudah larut terhadap air, larut dalam etanol dan dalam metanol.

3. METODE PENELITIAN

Kajian mengenai pelat beton bertulang yang mengalami kerusakan akibat reaksi kimia khususnya *Ammonium Nitrate* (AN) masih jarang dilakukan. Beberapa penelitian dengan pembahasan kerusakan pada beton akibat bahan kimia masih berfokus pada reaksi kimia Asam Sulfat. Pada kajian ini penulis berfokus pada serangan kimia *Ammonium Nitrate* (AN) dengan mengkaji penelitian-penelitian terdahulu mengenai kerusakan beton akibat reaksi kimia Sulfat [4], [5], [6], [7]. Metode yang digunakan dalam kajian ini yaitu mengumpulkan data sebanyak-banyaknya, mengenai kerusakan beton akibat serangan kimia. Tujuan dilakukan kajian ini yaitu mengetahui lebih detail mengenai sebab kerusakan beton khususnya pelat lantai pada Gudang Penimbunan Bahan peledak PT. Pamapersada District SMMS. Sehingga dapat menghasilkan suatu informasi yang dapat digunakan untuk melakukan perbaikan serta perencanaan beton khususnya pelat lantai yang mengalami kontak langsung dengan bahan kimia *Ammonium Nitrate* (AN). Tahapan dalam kajian ini yaitu dimulai dari pengumpulan studi literatur mengenai kerusakan beton akibat bahan kimia, dilanjutkan dengan melakukan identifikasi terhadap literatur yang telah dikumpulkan, dan menganalisis hasil identifikasi yang sesuai dengan topik bahasan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kerusakan Pada Beton

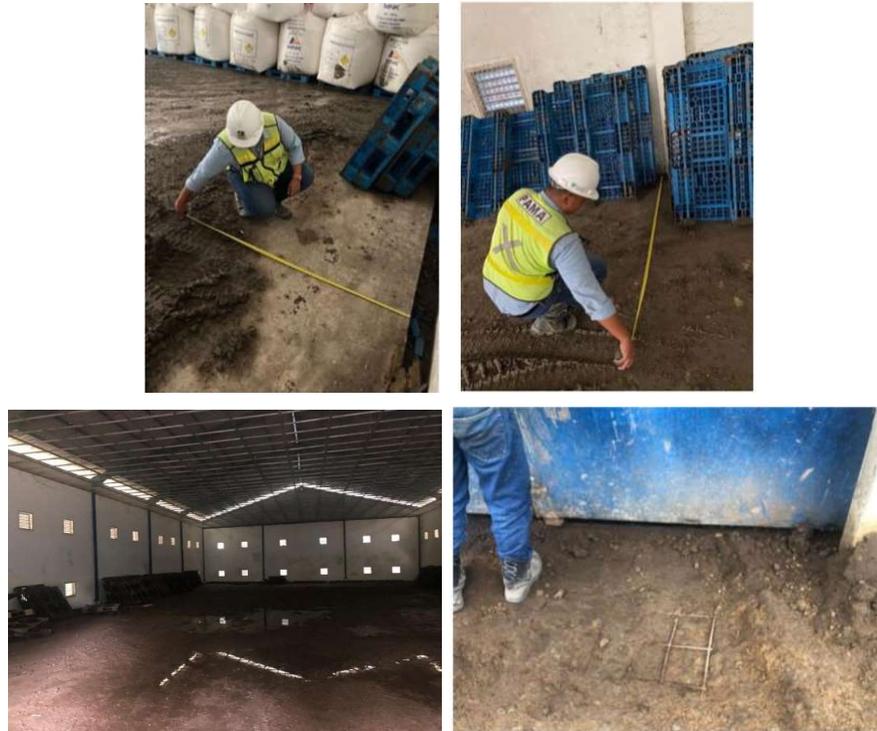
Menurut SNI 2847-2019 kerusakan struktur beton disebabkan oleh dua faktor, yaitu pengaruh dalam struktur betonnya sendiri dan yang kedua berasal dari luar. Pengaruh tersebut mengakibatkan retak-retak, degradasi beton serta korosi pada tulangan. Kerusakan beton akibat serangan kimia erat kaitannya dengan selimut beton, karena salah satu fungsi selimut beton yaitu melindungi dari serangan kimia seperti korosi pada tulangan [8]. Beton dengan serangan kimia juga erat kaitannya dengan permeabilitas pada beton itu sendiri, beton yang memiliki rongga udara yang banyak akan mempercepat reaksi kimia, sehingga beton tersebut mudah rusak [9]. Kemungkinan berlangsungnya korosi yang hebat pada beton diawali oleh permeabilitas yang tinggi dari betonnya sendiri. Maka jika diperhitungkan beton tersebut dapat terjadi korosi [10]. Perencanaan campuran beton dibuat serapat mungkin. Permeabilitas yang rendah akan mempersulit terjadinya serangan korosi pada beton. Perlindungan terhadap korosi sebenarnya adalah upaya untuk mencegah berlangsungnya reaksi kimia antara senyawa agresif pada beton [11]. *Ammonium Nitrate* (AN) mengakibatkan penurunan performa beton pada kotak yang relatif singkat. Terutama beton pada pelat lantai industri, abrasi dari serangan amonia ini akan semakin cepat sehingga menimbulkan degradasi beton. *Ammonium nitrate* adalah suatu senyawa yang merupakan garam nitrat yang diperoleh dari kation *ammonium*. Adanya garam nitrat ini dapat mengurangi kekuatan beton sampai 20% dan penurunan kekuatan serta durabilitas konstruksi yang dibangun [12]. Amonium Nitrat merupakan senyawa yang sangat larut dengan air, sehingga sangat mudah menembus rongga-rongga beton yang menimbulkan reaksi kimia antara Amonium Nitrat dengan senyawa kimia semen. Akibatnya abrasi selimut beton tidak terhindarkan lagi.

Pada Gudang Penimbunan Bahan peledak PT. Pamapersada District SMMS, kerusakan pelat lantai beton akibat *Ammonium Nitrate* (AN) berdasarkan Tabel 1 sudah termasuk kerusakan berat, yang mana beton telah mengalami retak seluruhnya dan *spalling*/pengelupasan pada area selimut beton. Sehingga berdasarkan Tabel 1 metode perbaikan yang seharusnya dilakukan adalah dengan membongkar sebagian atau seluruhnya. Gambar 1 merupakan gambar kerusakan yang terjadi pada Gudang Penimbunan Bahan peledak PT. Pamapersada District SMMS.

Tabel 1. Tipe Kerusakan Pelat Lantai Beton Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS

No.	Panel	Tipe Kerusakan	Luas Kerusakan (m2)	Persentase	Lantai Tidak Rusak
1	Panel 1-11	<i>Spalling</i>	18	60%	0%
		Retak	6,6	22%	
		Lubang	5,4	18%	
2	Panel 2-12	<i>Spalling</i>	23,4	78%	7%
		Retak	0	0%	
		Lubang	4,5	15%	
3	Panel 2-13	<i>Spalling</i>	25,5	85%	0%
		Retak	0	0%	
		Lubang	4,5	15%	
4	Panel 4-14	<i>Spalling</i>	18,3	61%	24%
		Retak	2,7	9%	
		Lubang	1,8	6%	
5	Panel 5-15	<i>Spalling</i>	15,9	53%	30%
		Retak	3,3	11%	
		Lubang	1,8	6%	
6	Panel 6-16	<i>Spalling</i>	18,9	63%	4%
		Retak	4,5	15%	
		Lubang	5,4	18%	
7	Panel 7-17	<i>Spalling</i>	25,5	85%	0%
		Retak	3	10%	
		Lubang	1,5	5%	
7	Panel 8-18	<i>Spalling</i>	22,2	74%	10%
		Retak	0	0%	
		Lubang	4,8	16%	
7	Panel 9-19	<i>Spalling</i>	20,1	67%	5%
		Retak	1,5	5%	

No.	Panel	Tipe Kerusakan	Luas Kerusakan (m2)	Persentase	Lantai Tidak Rusak
		Lubang	6,7	23%	
7	Panel 10-20	<i>Spalling</i>	17,7	59%	15%
		Retak	1,8	6%	
		Lubang	6	20%	



Gambar 1. Kerusakan Pelat Lantai Beton Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS

4.2 Perbaikan Pada Beton rusak akibat Ammonium Nitrate

Berdasarkan hasil identifikasi visual, pada Gudang Penimbunan Bahan peledak PT. Pamapersada District SMMS kerusakan pelat lantai beton akibat *Ammonium Nitrate* (AN) berdasarkan Tabel 2 sudah termasuk kerusakan berat, yang mana beton telah mengalami retak seluruhnya dan *spalling*/pengelupasan pada area selimut beton. Sehingga metode perbaikan sesuai yang disyaratkan yaitu struktur dilakukan bongkar sebagian (pada bagian yang rusak). Perbaikan pada kerusakan beton akibat serangan kimia Amonium Nitrat ini mencakup dua hal yaitu desain pelat lantai beton yang tahan oleh serangan kimia Amonium Nitrat dan usaha pencegahan serangan kimia dengan cara *coating* lapisan permukaan atas beton.

4.3 Pencegahan Beton Terhadap Bahan Kimia

Coating merupakan salah satu pertimbangan untuk meminimalisir penyebab kerapuhan lantai beton. Beton dilapisi dengan material bersifat plastik atau cair yang kemudian membentuk lapisan yang menyelimuti beton sehingga dapat menghadapi lingkungan yang membahayakan, dalam hal ini *Ammonium Nitrate* (AN) [13]. *Coating* ini dapat diterapkan dengan cara menyikat, *rolling*, atau menyemprot. Fungsi *coating* ini pada umumnya untuk *water proofing*, melindungi beton dari bahan kimia agresif dan untuk memperoleh masa guna lebih panjang pada beton, khususnya pelat lantai. Mohd Isneini [1] pada jurnal berjudul “Kerusakan dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang”, material yang dapat digunakan untuk meminimalisir pelapukan beton akibat serangan kimia dari luar yaitu Epoxy Resin dan Bituminous Coating. Epoxy resin merupakan pelapis yang bersifat cepat kering dan juga tahan terhadap kimia dan abrasi. *Epoxy coating* ini memiliki ketahanan selama beberapa tahun. *Epoxy coating* ini tidak berpori, tidak mudah mengelupas, dan juga tidak licin. Dikarenakan sifatnya yang tidak berpori dan tidak megelupas, epoxy ini sangat cocok diaplikasikan terhadap beton yang kontak langsung dengan

Ammonium Nitrate (AN). Selain dapat digunakan sebagai bahan pelapis beton, epoxy resin juga dapat digunakan untuk perbaikan dan pemeliharaan beton (SNI 8127:2015). Fungsi dari sistem ini antara lain sebagai bahan pengisi dalam perbaikan (*grouting*) atau sebagai pelekat antara beton lama dengan beton baru (*bonding agent*). Berdasarkan SNI 8127:2015, sistem epoxy resin akan melekat pada berbagai bahan, termasuk kayu, logam, pasangan batu, dan sebagian besar plastik. Sistem ini tidak dapat melekat pada bahan-bahan *polyethylene*, *TFE-fluorcarbon*, kertas kaca, dan permukaan yang berminyak atau berlipis.

4.4 Perencanaan Beton Tahan Serangan Amonium Nitrate (AN)

Berdasarkan hasil analisa data proyek, maka Pada Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS lebih cocok menggunakan jenis serat polimerik (sintetik). Beberapa keunggulan yang dimiliki oleh serat polimerik (sintetik) yang menjadikan serat tersebut dapat dipilih sebagai alternatif bahan tambah pada beton adalah dapat memperoleh sifat beton yang non permeabilitas. Salah satu kunci untuk pelat lantai beton bertulang yang tahan akan serangan Amonium Nitrat yaitu beton harus kedap air (non permeabilitas), sehingga zat tersebut tidak dapat masuk kedalam beton melalui pori-pori dan mengakibatkan kerusakan pada beton. Salah satu jenis serat polimerik (sintetik) yaitu *Polypropylene* yang memiliki sifat *Chemical Inertness* yang menjadikan serat tahan terhadap kebanyakan kimia. Beton serat dengan bahan tambah *Polypropylene* ini juga sangat cocok untuk lantai basement yang bereaksi langsung dengan tanah. Pada Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS ini akan digunakan Macro PP Fiber yang merupakan serat sintetik berasal dari *Polypropylene* berkinerja tinggi sesuai dengan standar EN 14889-2 Kelas 2 dan ASTM C 1116. Macro PP Fiber ini efektif terhadap susut permukaan dan retak struktural. Serat ini sangat cocok digunakan pada *ground slab*, beton *screed*, *topping*, *track slab* beton, *tunnel*, *airport*, dan komponen beton *precast*. Spesifikasi teknis yang dimiliki Macro PP Fiber ini yaitu ditampilkan pada Tabel 1.2 sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Teknis Macro PP Fiber

Micro PP Fiber	Karakteristik
Kelas Serat	EN 14889-2 Kelas II
Bahan Baku	Polipropilina
Berat jenis (gr/cm ³)	0,91
Panjang (mm)	54
Kuat Tarik (Mpa)	530
Ketahanan Alkali	Sangat Baik
Ketahanan korosi	Sangat Baik
Titik Leleh [°C]	160
Jumlah Serat/kg	28.000
Modulus Elastisitas (Gpa)	7,2
Diameter Filamen (mm)	0,95

Macro PP Fiber ini memiliki beberapa kelebihan yaitu kemudahan dalam pengaplikasian dan dapat digunakan pada semua kelas dan slump beton. Perkuatan dengan Macro PP Fiber ini memiliki durabilitas jangka Panjang, tahan terhadap korosi dan dapat mengontrol keretakan secara efektif. Macro PP Fiber ini juga tidak konduktif dan aman terhadap listrik. Selain itu, dapat menggunakan desain beton mutu tinggi (BMT) dengan permeabilitas rendah. Hasil dari perencanaan pelat lantai untuk beton mutu tinggi (BMT) pada Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS diperoleh tulangan D13-200.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kerusakan beton pada pelat lantai Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS akibat bahan kimia Amonium Nitrat yaitu *spalling*/pengelupasan pada selimut beton hingga ditahap kerusakan berat. Metode pencegahan yang dapat dilakukan pada pelat lantai Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS yang berkontak langsung dengan *Ammonium Nitrate* (AN) yaitu dengan memberi lapisan permukaan (*coating*) dengan

Bituminous Coating atau *Epoxy Resin* [14], [15], [16]. Metode perbaikan pada pelat lantai Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS yang berkontak langsung dengan *Ammonium Nitrate (AN)* yaitu dengan cara melakukan pembongkaran bagian beton yang rusak dan mendesain ulang campuran beton dengan penambahan serat Micro PP Fiber atau dapat menggunakan desain mutu tinggi (BMT) dengan permeabilitas rendah. Hasil dari perencanaan pelat lantai untuk beton mutu tinggi (BMT) pada Gudang Penimbunan Bahan Peledak PT. Pamapersada District SMMS diperoleh tulangan D13-200.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Isneini, "Kerusakan dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang," *Jurnal Rekayasa*, vol. 13, no. 3, 2009.
- [2] Supriadi, S. H. Dewi, and Harmiyati, "Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan 4 Cara Perawatan," *Jurnal Saintis*, vol. 17, no. 2, 2017.
- [3] E. Rosida, A. Puri, and Masrizal, "Pengaruh Penggunaan Bahan Tambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan dan Workabilitas Beton," *Jurnal Saintis*, vol. Vo. 10, no. No. 1, 2008.
- [4] M. A. Sultan, I. Imran, and M. Faujan, "Pengaruh Rendaman Asam Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly Ash," *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, vol. 11, no. 1, 2021, doi: 10.29103/tj.v11i1.367.
- [5] R. A. T. Cahyani, E. Setyono, and Y. Rusdianto, "Performa Beton Dengan Ground Granulated Blast Furnace Slag Terhadap Sulfate Attack," *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, vol. 16, no. 3, 2020, doi: 10.25077/jrs.16.3.185-193.2020.
- [6] Nety and G. Tanzil, "Pengaruh Sulfat Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi Sebagian Pasir Dengan W/C 0,4 dan 0,5," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 1, no. 1, 2013.
- [7] R. Rajiman and D. G. Putra, "Ketahanan Sulfat Semen OPC + Fly Ash Dengan Portland Composite Cement (PCC) Pada Mutu Beton K-300," *Teknika Sains : Jurnal Ilmu Teknik*, vol. 2, no. 2, 2017, doi: 10.24967/teksis.v2i2.308.
- [8] Antonius, *Perilaku Dasar dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019*. 2021.
- [9] S. Suhaimi, "Pengaruh Kandungan Kimia Air Terhadap Kuat Tekan Beton," *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.29103/tj.v10i1.260.
- [10] S. W, H. W. Ashadi, and A. K. Wicaksono, "Pengaruh Unsur-unsur Kimia Korosif Terhadap Laju Korosi Tulangan Beton : I. Di Dalam Air Rawa," *MAKARA of Technology Series*, vol. 6, no. 2, 2010, doi: 10.7454/mst.v6i2.89.
- [11] S. W. M. Supit, F. Sondakh, and R. Waworuntu, "Ketahanan sulfat dan laju korosi beton yang menggunakan kaolin dan abu terbang," *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, vol. 2, no. 1, 2020, doi: 10.47600/jtst.v2i1.239.
- [12] L. A. Indriyanto, A. Saputra, and D. Sulistyono, "Pengaruh Air Laut Pada Masa Perawatan Terhadap Infiltrasi Ion Klorida Pada Beton Dengan Penambahan Fly Ash 12,5%," *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, vol. 3, no. 2, 2020, doi: 10.20961/jrrs.v3i2.40955.
- [13] K. Miswar, "Kuat Tekan Beton Terhadap Lingkungan Agresif," *JURNAL PORTAL*, vol. 3, 2011.
- [14] J. A. Marques, J. G. Lopes, and J. R. Correia, "Durability of the adhesion between bituminous coatings and self-protection mineral granules of waterproofing membranes," *Constr Build Mater*, vol. 25, no. 1, 2011, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2010.06.047.
- [15] K. Faizi, A. S. A. Rashid, D. J. Armaghani, R. Nazir, and E. Momeni, "The Influence of Bituminous Coating on Uplift Resistance of Short Pile Foundations in Sand," *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, vol. 54, no. 3, 2017, doi: 10.1007/s11204-017-9454-4.
- [16] H. R. Zamanizadeh, M. R. Shishesaz, I. Danaee, and D. Zaarei, "Investigation of the corrosion protection behavior of natural montmorillonite clay/bitumen nanocomposite coatings," *Prog Org Coat*, vol. 78, 2015, doi: 10.1016/j.porgcoat.2014.08.011.