

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA/LANDASAN TEORI

2.1. Waterproofing

Menurut (Iskandar, 2016), *Waterproofing* digunakan untuk menahan atau menolak rembesan air atau bahan cair lainnya dari struktur yang terlapis. Material yang umum digunakan untuk *waterproofing* adalah lembaran logam, lapisan membran, *coating*, dan *flash band self adhesive*. Sedangkan bagian struktur yang kerap dilakukan *waterproofing* adalah atap, plat beton, dan dinding beton. Dimana perlindungan rembesan dilakukan dengan menggunakan bahan polimer yang berbentuk cat guna menutup permukaan struktur yang ingin dilindungi. Campuran inilah yang berasal dari *Styrofoam* terlarut, dengan bahan tambah *waterglass* dan bahan padat, yang kemudian diolah menjadi cat untuk melapisi struktur tersebut. *Waterproofing* dilakukan pada permukaan atau daerah yang ingin dilindungi dari air, misal lantai toilet, dinding toilet, atap beton, kolam renang, genteng, *ground watery tank*, dinding rumah, dll. Ini digunakan untuk mencegah terjadinya rembesan air, yang bisa mengakibatkan melemahnya kuat tekan beton, melapuknya suatu genteng rumah, terjadinya lembab pada dinding, dsb. Adapun standar dari *waterproofing* Indonesia diatur dalam (SNI) Standar Nasional Indonesia 8665:2018 berjudul Cat Pelapis Anti Bocor berbasis air yang menentukan beberapa kriteria pengujian seperti, uji dalam kemasan, Uji waktu kering sentuh dan kering keras, Uji daya lekat *pull off*, Uji perembesan air, uji penyerapan air, Uji ketahanan cuaca, Uji daya sebar, serta uji lainnya. Yang bertujuan peningkatan mutu *waterproofing* yang berada di pasaran.

Menurut (Iskandar, 2016), Ada beberapa jenis *waterproofing*, diantaranya:

a. Sistem *Membrane*

Menggunakan *membrane* atau lembaran yang biasanya terbuat dari karet guna melindungi permukaan. Sering digunakan untuk struktur dak (atap beton). Menggunakan bahan monomer kimia, propilena, etilena,

yang dicampurkan dengan karet. Hasilnya adalah berbentuk senyawa yang kuat dan padat, yang outputnya tahan terhadap perubahan cuaca dari panas matahari dan hujan. Jika pekerjaan pemasangan sistem *membrane* dilakukan dengan benar, maka permukaan struktur akan menahan rembesan air yang masuk, dan menahan genangan air.

b. Sistem *Coating*

Menggunakan cat guna melindungi permukaan struktur tersebut. Sering diaplikasikan untuk perlindungan dinding, tanki, bak, dan permukaan kayu agar tidak cepat lapuk, tahan terhadap rembesan air, dan tetap kokoh. Biasanya digabungkan dengan bahan *polyester* untuk melindungi permukaan yang ukurannya cukup luas dan menginginkan perlindungan yang cukup kuat. Dilansir dari *pro-xhome*, dari segi bahan dasarnya, *waterproofing coating* terdiri dari:

- *Waterproofing acrylic polymer base*

Bahan pelapis anti bocor berbentuk pasta yang dikemas dalam pail dan siap pakai terdiri dari satu komponen dan pengencer untuk aplikasi pelapis ini menggunakan air. Cocok untuk area lapisan dinding luar (*exterior*) seperti tembok kamar mandi dan tembok samping rumah, dapat juga diaplikasikan pada seng / asbes, wuwungan, atap, talang atau sambungan, dan atap beton.

- *Waterproofing solvent base (polyurethane/PU)*

Hampir sama dengan *waterproofing acrylic base*, pelapis anti bocor *solvent base* ini juga terdiri dari satu komponen yang berbentuk liquid. Pengencer *waterproofing* ini menggunakan carian yang bersifat *solvent*, dalam hal ini menggunakan *thinner* atau minyak tanah. *Polyurethane/PU* merupakan material premium yang berkualitas tinggi karena lapisan film yang dihasilkan sangat kuat, keras, tahan gores, tahan *solvent*, tahan terhadap air panas dan tahan terhadap beberapa jenis bahan kimia, dan tentunya dari sisi harga akan jauh lebih mahal. Umumnya sering digunakan untuk proyek bangunan

industri, rumah sakit dan gedung tinggi dengan bidang aplikasi yang cukup luas.

- *Waterproofing cement base (cementitious)*

Waterproofing cement base (berbahan dasar semen) ini terdiri dari dua komponen, yaitu bubuk (semen) dan cairan. Caranya dengan mencampurkan semen dengan larutan cairan, kemudian aplikasikan pada bagian yang diperlukan. *Waterproofing* jenis ini sangat cocok untuk area basah dan terendam seperti kamar mandi, kolam, balkon, dak beton maupun *ground water tank*.

c. Sistem *Flashband Self Adhesive*

Direkatkan menggunakan lembaran *flashband* pada permukaan yang ingin dilindungi. Berbentuk lembaran yang berlapis-lapis yang terdiri dari lapisan *membrane* karet, *membrane polyester*, aluminium foil, dan lapisan cat penutup.

d. Sistem Pasta Logam

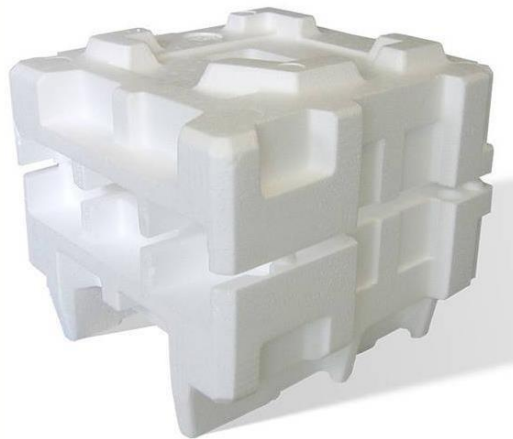
Berbentuk pasta yang terbuat dari logam, yang terbuat dari biji baja galvanis, sehingga sifat pasta tersebut tidak mudah berkarat. Cara penggunaannya dengan mengoleskan pasta ke permukaan yang akan dilindungi. Biasanya digunakan untuk menutupi celah permukaan.

Jenis *waterproofing* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *coating cement based*, menggunakan *Styrofoam* dan *thinner polyurethane* sebagai bahan utama, dengan menambahkan bahan padat *fly ash* dan cangkang kerang. Menurut (Hermawan, 2010), karakteristik *waterproofing* diantaranya, tidak lapuk, tahan terhadap perubahan cuaca, mudah dan cepat pelaksanaannya, memiliki ketebalan yang sama (minimal 4 mm).

2.2. *Styrofoam*

Asal kata *Styrofoam* dari merk dagang dari suatu *company* yang bernama *The Dow Chemical Company*. Mengutip dari jurnal teknik lingkungan ITB (2011) dalam klasifikasi plastik, *styrofoam* tergolong plastik nomor 6. *Styrofoam* sendiri adalah hasil butiran-butiran *styrene* yang diproses

sedemikian rupa dengan *benzene*. Bisa dalam bentuk busa, atau keadaan padat. Monomer bahan pembentuk plastik pada *styrofoam* merupakan rantai yang panjang dari banyak satuan lebih kecil yang membentuk polimer. *Styrofoam* memiliki massa jenis antara 16-640 kg/m³ dan memiliki titik leleh 100°C, dan memiliki sifat yang kuat, fleksibel, kedap air, dan mudah diproses. *Styrofoam* banyak digunakan dalam pengepakan, konstruksi, dan beberapa aplikasi domestik. Di sisi lain, limbah *Styrofoam* terbukti menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.



Gambar 2. 1 Styrofoam
Sumber : parselday.com

2.3. *Thinner Polyurethane*

Thinner Polyurethane (PU) adalah pelarut dari campuran hidrokarbon aromatik dan ester. Pelarut ini memiliki kemampuan tinggi dalam melarutkan cat *polyurethane* dan memberikan kilap yang optimal pada permukaan yang dicat. Menurut (Sidik, 2013), keunggulan cat berbasis *polyurethane* (PU) adalah ketahanan terhadap karat dan daya rekat yang baik serta meningkatkan tingkat kilap yang tinggi. *Thinner Polyurethane* (PU) umumnya terbagi menjadi dua jenis, yaitu *thinner PU slow* dan *thinner PU extra Slow*. Perbedaan di antara keduanya terletak pada waktu yang dibutuhkan untuk bisa kering. *Thinner PU* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Thinner PU Slow*.



Gambar 2. 2 *Thinner Polyurethane*
Sumber : Penulis

2.4. *Waterglass*

Waterglass atau yang memiliki nama lain *sodium silikat*, adalah senyawa kimia yang memiliki warna bening/transparan, atau berbentuk bubuk putih. Dikutip dari artikel PT. Tanur Mas Utama, bahan utama *waterglass* sepenuhnya anorganik, sehingga termasuk ramah lingkungan, karena tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap lingkungan. *Waterglass* memiliki banyak manfaat pada industri konstruksi, diantaranya: sebagai perekat, cairan pengeboran (untuk menstabilkan lubang bor dan menghindari runtuhnya dinding bor), perawatan beton dan susunan bata, pengecoran pasir (sebagai pengikat pasir saat melakukan pengecoran pasir besi atau baja), dan tambahan pewarna. Menurut (Effendi, 2007), *Waterglass* juga dapat digunakan sebagai bahan pelindung kayu dan batu berpori, zat pengikat untuk *pigment*, perekat *stone ware*, dan *waterproofing walls* (dinding tahan air). Walaupun

memiliki banyak manfaat, *waterglass* merupakan bahan kimia yang memiliki biaya tergolong murah. Menurut (Junchang, 2020), dibandingkan dengan lapisan tahan air organik, *sodium silikat* menguntungkan keamanan, memiliki daya tahan yang baik, dan perawatan yang mudah. Lapisan kedap air yang menggunakan *sodium silikat* memiliki kekuatan tarik yang baik, memiliki daya tahan yang baik setelah terkena suhu tinggi, alkali, rendaman air, suhu rendah, dan tekanan air tinggi, yang menguntungkan dan cocok untuk pasar. Selain itu, menurut (Giannaros, 2016), *waterglass* memiliki banyak kegunaan dalam bahan semen. Misalnya, digunakan sebagai *activator* alkali dalam semen yang diaktifkan alkali. Dalam beton, digunakan sebagai akselerator pengaturan dan diterapkan dalam bentuk cat mineral silikat untuk meningkatkan daya tahan air.

Dalam penelitian ini *waterglass* sendiri berfungsi sebagai bahan tahan api, pelarut pewarna, mengurangi porositas beton, dan yang tidak kalah penting adalah cairan yang cocok untuk polimer.



Gambar 2. 3 *Waterglass*
Sumber : Nisrina.craft

2.5. *Fibermesh*

Serat *polypropylene* atau *fibermesh* adalah jenis serat plastik khusus (polipropilen) dengan teknologi tinggi. Ada koneksi hidrokarbon dengan rumus kimia C_3H_6 filamen individu atau jaringan serat tipis. Jaring dengan panjang 6 mm hingga 50 mm dan diameter 8 hingga 90 mikrometer.

Jaring *fibermesh* bertindak sebagai setara dengan "batang baja ringan" dalam komposit karena kekuatannya tinggi pada arah lusi dan pakan. Dalam industri konstruksi, penyertaan serat sangatlah penting dalam kuat tarik. Sistem isolasi dinding eksterior dapat menghasilkan pelestarian panas dan efek

hemat energi tahan air dan tahan retak (Hasanr, 2013)



Gambar 2. 4 *Fibermesh*
Sumber : *Delta membrane*

2.6. *Fly ash*

Fly ash (FA) adalah abu sisa dari pembakaran batu bara yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu abu terbang Kelas F dan abu terbang Kelas C. Abu terbang Kelas F adalah abu terbang dengan 10% CaO yang dihasilkan dari pembakaran batubara sub-bituminous (batu bara muda) juga dikenal sebagai *fly ash* kalsium tinggi (HCFA) dan kaya akan CaO sehingga memiliki sifat seperti semen. *Fly ash* merupakan bahan pozzolan sintetik karena mengandung SiO₂ dan Al₂O₃ konsentrasi tinggi dan sedikit CaO. Oleh karena itu, ia memiliki sangat sedikit atau tidak ada reaktivitas saat bereaksi dengan air. Namun, dengan penambahan air dan Ca(OH)₂, pozzolan bereaksi dan membentuk sifat seperti semen (Benedictus, 2016).

Fly ash memiliki banyak manfaat pada beton pada umumnya digunakan untuk meningkatkan *sustainability* beton (Benedictus, 2016). Dilansir dari *adhimix*, *fly ash* memiliki banyak pengaruh pada beton, diantaranya terhadap beton segar untuk mengurangi *bleeding*, yang dikarenakan kehalusan *fly ash* maka kebutuhan air akan lebih kecil sehingga rasio air akan lebih terkontrol. Sifatnya terhadap beton keras, yaitu perlindungan terhadap korosi dan rembesan. Menurut (Rooby, 2021), *fly ash* memberikan pengisi yang baik dan dapat mengurangi porositas beton keseluruhan sehingga dapat meningkatkan kekuatan beton. *Fly ash* memiliki komposisi kimia yang mirip dengan bahan *coating filler*, densitas sedang dan dispersi yang baik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa daya rekat dan ketahanan retak bahan *coating* berbasis *fly ash* meningkat, dan kinerja *sealing coating* dengan daya tahan air dan kedap

udara meningkat (Song, 2022).



Gambar 2. 5 *Fly ash*
Sumber : internet

2.7. Cangkang Kerang

Kerang mutiara merupakan salah satu potensi yang memerlukan pengelolaan dan perhatian terpadu, dimana aspek pengelolaan budidaya kerang diprioritaskan untuk menghasilkan produk mutiara yang bernilai jual tinggi. Selain itu cangkang kerang dapat dimanfaatkan untuk beberapa produk yang bernilai ekonomis. Menurut *Detik News*, tumpukan limbah cangkang kerang terlihat menggunung di kawasan Cilincing, Jakarta Utara. Pemanfaatan limbah cangkang sebagai sumber mineral telah banyak dilakukan, antara lain; kandungan tinggi kalsium karbonat dalam cangkang digunakan untuk formula obat dan konstruksi (Shah *et al.* 2014), tepung cangkang *Crassostrea madrasensis* dapat digunakan dalam industri farmasi, pupuk, kapur, semen, dan pakan unggas (John, 2016), serta substitusi agregat kasar dan agregat halus pada peningkatan kuat tekan beton (Rahmawati, 2021).



Gambar 2. 6 Cangkang kerang
Sumber : internet

Pengambilan bahan tambah padat berupa *fly ash* dan cangkang kerang dikarenakan memiliki kesamaan senyawa dan sifat dengan GGBS (bahan

tambah padat) pada penelitian sebelumnya. Adapun kesamaan tersebut terangkum dalam tabel 2.1.

Tabel 2. 1 *Persamaan Kandungan dalam GGBS, Fly ash, dan Cangkang Kerang*

Senyawa	Material		
	GGBS	Fly Ash	Cangkang Kerang
Magnesium (Mg)	V (Adeleke,2022)	V (Putro,1998)	V (Utami,2018)
Kalsium (Ca)	V (Orurke,2009)	V (Setiono,2019)	V (Resaldi,2018)
Silika (SiO ₂)	V (Wahid,2020)	V (Nochaiya,2010)	V (Dadang,2011)
Sifat			
Pozzolan	V (Wahid,2020)	V (Maulana,2022)	V (Dadang,2011)
<i>Cementitious</i>	V (Wahid,2020)	V (Maulana,2022)	V (Dadang,2011)

Sumber : hasil analisis, 2023

2.8. Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian I Made Dwi Ari, 2021, yang menggunakan *styrofoam* dan minyak jelantah sebagai penambahan pada kinerja laston lapis aus. Didapat hasil penggunaan aspal yang dimodifikasi dengan *styrofoam* dan minyak jelantah. Memberikan pengaruh yang sangat kuat terhadap sifat mekanis campuran. Maka dari itu kami mencoba menginovasi *styrofoam* dan *thinner polyurethane* sebagai bahan utama *waterproofing*. Yang harapannya juga menjadi inovasi *waterproofing* yang berkualitas baik dan fleksibel yang pembuatannya cukup mudah dan bisa dibuat oleh semua orang.

Dalam penelitian M.M. Al-Zahrani, dkk, 2002, dalam judul *Effect of waterproofing coatings on steel reinforcement corrosion and physical properties of concrete*. Didapat hasil uji korosi menunjukkan bahwa *specimen* yang dilapisi dengan bahan *waterproofing* berbasis elastomer, hasilnya lebih baik daripada *specimen* beton yang dilapisi dengan bahan *waterproofing* lainnya. Ini dikarenakan *specimen* yang dilapisi dengan pelapis berbasis polimer yang dimodifikasi, berbasis *epoxy*, dan berbasis semen dalam urutan menurun. Kedua pelapis berbasis polimer menunjukkan kinerja yang lebih baik

daripada pelapis berbasis polimer yang dimodifikasi dengan semen, dan pelapis berbasis semen, dalam hal sifat fisik yang dievaluasi.

Dalam penelitian (Hasanr, 2013), yang berjudul Pengaruh Penambahan *Polypropylene Fiber Mesh* Terhadap Sifat Mekanis Beton. Menganalisis *fibermesh* sebagai bahan tambah dalam cairan *epoxy*. Penambahan serat *polypropylene* akan mengurangi *workability* pada adukan *slump* beton. Penambahan serat *polypropylene* pada adukan beton dapat meningkatkan kuat tekan beton. Penambahan serat *polypropylene* pada adukan beton dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Penggunaan serat juga dalam beton dapat meningkatkan daya tahan beton karena sifat-sifatnya rapuh menjadi lebih keras (Nugraha et al, 2009). Manfaat lain dari penggunaan mampu meningkatkan beban kejut (shock), resistensi, dan ketahanan lelah.

Dalam penelitian Xin Xiao, dkk, 2021, yang menganalisis pemanfaatan *Styrofoam* dan limbah karet sebagai *waterproofing* lapisan *sealing* di kereta api berkecepatan tinggi. Didapat hasil poliuretan dan limbah karet yang mengandung matriks poliuretan 6,2%, limbah karet 30%, dan zat penghilang busa poliuretan 0,8% memiliki sifat pendukung dan kedap air yang sangat baik. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk mempertimbangkan material poliuretan/limbah karet sebagai material tahan air yang berfungsi untuk mencegah lapisan *subbase* dan *subgrade* dari kerusakan kelembaban di lingkungan lalu lintas beban berat, seperti kereta api berkecepatan tinggi.

Dalam penelitian Jun Chan, dkk, 2021 meneliti pelapis tahan air baru dan ramah lingkungan yang terbuat dari komposit organik (kopolimer stirena-akrilat) dan anorganik (*waterglass*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi campuran *waterproofing* yang tepat adalah komposit organik 40%, *waterglass* 10%, (*Ground Granulated Blast furnace Slag*) GGBS 50% sesuai dengan fluiditas campuran. Nilai pada *Styrofoam* dan *waterglass* didapat berdasarkan hasil penelitian yang diambil dari jurnal milik Jun Chang, dkk, 2020. Dengan judul “*Effect of silicate modulus on tensile properties and microstructure of waterproof coating based on polymer and sodium silicate-activated GGBS*”.

Dalam penelitian Huiping Song, 2022, yang meneliti pengaruh aditif *rheology* pada sifat *rheology sealing coating* berbasis *Fly Ash*. Didapat hasil bahwa daya rekat dan ketahanan retak bahan *coating* berbasis *fly ash* meningkat, dan kinerja *sealing coating* dengan daya tahan air dan kedap udara meningkat. Sehingga bahan flyash dapat dipertimbangkan menjadi bahan tambah padat pada pelapis kedap air berbasis semen.

Menurut (Yang, 2012), teknologi pembuangan limbah *Styrofoam* utama ada 3 jenis, yaitu TPA, pembakaran, dan daur ulang. Juga terdapat 2 jenis daur ulang untuk *Styrofoam*, yaitu daur ulang fisik dan daur ulang kimia. Metode pengolahan limbah yang paling efektif di masa depan. Dapat terlihat perbandingan kelebihan dan kekurangan dari tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Perbandingan kelebihan dan kekurangan pengolahan limbah

Pengolahan Limbah	Teknologi Kunci	Kelebihan	Kekurangan
Tempat Pembuangan akhir (TPA)	Garis panduan lindi	<ul style="list-style-type: none"> • Pengoperasiannya simple 	<ul style="list-style-type: none"> • Penguraiannya sulit
	Sistem, anti rembesan	<ul style="list-style-type: none"> • Sedikit pemasukan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemborosan lahan
Insenerasi	Pembakaran suhu tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Energy pemulihan • Teknologi yang relative matang • Jenis limbah Styrofoam dengan permintaan yang tidak tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Menghasilkan gas beracun • Polusi udara yang serius dan dampak bahaya pada public
Daur Ulang			
a. Fisik	Hanya mengubah bentuk fisik, sebagai bahan baku atau pengepakan untuk digunakan kembali	<ul style="list-style-type: none"> • Pengoperasian yang simple • Lebih sedikit menghasilkan polutan • Efisiensi produksi yang tinggi • Investasi peralatan yang relative lebih sedikit 	<ul style="list-style-type: none"> • Ada persyaratan tertentu untuk limbah yang akan digunakan • Performa produk, mengurangi penggunaan pasar dengan jangkauan terbatas keuntungan ekonominya rendah
Daur Ulang			
b. Kimia	Reaksi degradasi	<ul style="list-style-type: none"> • Mendapatkan bahan baku murni/bahan organic molekul kecil • Produk dapat 	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan suhu tinggi atau tekanan tinggi • Kinerja keselamatan dari

Pengolahan Limbah	Teknologi Kunci	Kelebihan	Kekurangan
		digunakan sebagai bahan baku untuk mempersiapkan produk baru	permintaan tinggi pada peralatan <ul style="list-style-type: none"> • Perlu pemurnian produk • Produk sampingan sulit dikendalikan

Sumber: Wenqing Yang et al, 2012

Daur ulang bahan kimia dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun, dengan cara membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan, lalu membuat produk baru dengan bahan tersebut. Selain pengurangan populasi limbah tidak dapat terurai dapat dikatakan ramah lingkungan dalam pembuatannya.

Tabel 2. 3 Research GAP

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Variabel yang Diteliti	Hasil Penelitian/Temuan
1	I Made Dwi Ari Prabawa (2021)	Pengaruh Penambahan Minyak Jelantah pada Aspal Modifikasi <i>Styrofoam</i> terhadap Kinerja Laston Lapis Aus	Pengaruh penambahan minyak jelantah pada aspal modifikasi <i>Styrofoam</i> 7% terhadap sifat fisik aspal, nilai VIM, VMA, VFB, nilai <i>flow</i> , stabilitas, <i>marshall quotient</i> , dan <i>marshall immersion</i>	<p>Hasil penggunaan aspal yang dimodifikasi dengan <i>styrofoam</i> dan minyak jelantah memberikan pengaruh yang sangat kuat terhadap sifat mekanis campuran.</p> <p>Pengaruh yang terjadi akibat penambahan minyak jelantah 0,5% pada aspal modifikasi <i>styrofoam</i> 7% yaitu aspal menjadi lebih lembek dibandingkan dengan aspal modifikasi <i>styrofoam</i> 7% tanpa penambahan minyak jelantah.</p> <p>Terjadi penurunan nilai VMA dan VIM pada aspal modifikasi yang ditambahkan kadar minyak jelantah 0,5% sementara pada penambahankadar minyak jelantah 1% dan 1,5% nilai VIM dan VMA mengalami kenaikan sedangkan nilai VFB berbanding terbalik dengan nilai VMA dan VIM.</p> <p>Hasil pengujian campuran 78 dengan aspal modifikasi <i>styrofoam</i> 7% ditambah kadar minyak jelantah 0,5% nilai stabilitas dan <i>Marshall Quotient</i> mengalami penurunan, sedangkan nilai <i>flow</i> meningkat. Sementara pada aspal modifikasi <i>styrofoam</i> 7% dengan penambahan kadar minyak jelantah 1% dan 1,5% nilai stabilitas dan <i>Marshall Quotient</i> mengalami peningkatan, sedangkan nilai <i>flow</i> menurun.</p> <p>Hasil pengujian <i>Marshall Immersion</i> menunjukkan bahwa yang menghasilkan kinerja campuran paling baik berdasarkan nilai Indeks Kekuatan Sisa adalah campuran dengan aspal modifikasi <i>styrofoam</i> 7% ditambah kadar</p>

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Variabel yang Diteliti	Hasil Penelitian/Temuan
				minyak jelantah sebesar 1% terhadap berat aspal dengan nilai IKS sebesar 94,33%. Hal ini lebih baik dibandingkan dengan campuran yang hanya menggunakan aspal modifikasi <i>styrofoam</i> 7% tanpa penambahan minyak jelantah yang memiliki nilai IKS 92,14%
2	Hajati Hasanr (2021)	Pengaruh Penambahan <i>Polypropylene Fiber Mesh</i> Terhadap Sifat Mekanis Beton	Penambahan <i>Polypropylene Fiber Mesh</i> Terhadap Sifat Mekanis Beton	<p>Penambahan serat <i>polypropylene</i> akan mengurangi <i>workability</i> pada adukan <i>slump</i> beton.</p> <p>Penambahan serat <i>polypropylene</i> pada adukan beton dapat meningkatkan kuat tekan beton.</p> <p>Penambahan serat <i>polypropylene</i> pada adukan beton dapat meningkatkan kuat tarik belah beton.</p> <p>Pengaruh terhadap kuat lentur pada umur 28 hari sebesar 5,2404 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 11,26% dari beton normalnya.</p>
3	Wenzheng Li, Mingli Cao, Jun Chang	Formulasi lapisan kedap air yang dioptimalkan berdasarkan GGBS yang diaktifkan polimer dan natrium silikat menggunakan desain <i>Box Behnken</i> - Pemilihan aditif	Lapisan kedap air dengan polimer dan natrium silikat	Hasil menunjukkan bahwa dosis optimal defoamer, bahan perataan silikon, dan dispersan masing-masing adalah 0,86% berat, 0,56% berat, dan 0,56% berat fase cair. Dalam hal ini, kekuatan tarik dan perpanjangan putus lapisan kedap air masing-masing mencapai 2,40 MPa dan 108,84%. Hasil percobaan sesuai sepenuhnya dengan data prediksi yang sesuai, dan lapisan kedap air memenuhi kriteria tipe II dalam standar GB/T 23445–2009. Ikatan silang antara <i>lateks</i> polimer dan GGBS yang diaktifkan natrium silikat lebih memadai setelah penambahan aditif. Gel C–S–H yang padat dan kristal

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Variabel yang Diteliti	Hasil Penelitian/Temuan
				CaCO ₃ dengan ikatan mekanis yang kuat, yang disebabkan oleh peningkatan derajat reaksi teraktivasi alkali yang diinduksi oleh penambahan aditif, berkontribusi pada sifat mekanik yang tinggi pada pelapis.
4	Xin Xiao, Jiayu Wang, Degou Cai, Liangwei Lou, Feipeng Xiao (2021)	<i>A novel application of thermoplastic polyurethane /waste rubber powder blend for waterproof seal layer in high-speed railway</i>	Pemanfaatan <i>polyurethane</i> dan limbah karet sebagai <i>waterproofing</i> lapisan segel di kereta api berkecepatan tinggi	<p>Poliuretan dan limbah karet yang mengandung matriks poliuretan 6,2%, limbah karet 30%, dan zat penghilang busa poliuretan 0,8% memiliki sifat pendukung dan kedap air yang sangat baik. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk mempertimbangkan material poliuretan/limbah karet sebagai material tahan air yang berfungsi untuk mencegah lapisan subbase dan subgrade dari kerusakan kelembaban di lingkungan lalu lintas beban berat seperti kereta api berkecepatan tinggi.</p> <p>Meskipun bahan polimer seperti karet memiliki ketahanan air dan daktilitas yang lebih baik, kekurangan modulus elastisitas dan kinerja pendukung mempengaruhi tanah dasar kereta api berkecepatan tinggi dan menyebabkan kerusakan yang lebih cepat.</p> <p>Poliuretan dan limbah karet memiliki kinerja yang menjanjikan ketika diaplikasikan sebagai <i>waterproofing</i>. Pertama, dibandingkan dengan AC, sifat daktilitas dan Tarik dari poliuretan dan limbah karet membantu mentransfer tegangan ke rentang yang lebih luas.</p>
5	M.M. Al-Zahrani, S.U. Al-Dulaijan,	<i>Effect of waterproofing coatings on steel reinforcement corrosion</i>	Pengaruh pelapis anti air pada korosi tulangan baja dan sifat	Hasil uji korosi menunjukkan bahwa specimen yang dilapisi dengan bahan <i>waterproofing</i> berbasis elastomer poliuretan, hasilnya lebih baik daripada specimen beton

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Variabel yang Diteliti	Hasil Penelitian/Temuan
	M. Ibrahim, H. Saricimen, F.M. Sharif(2002)	<i>andphysical properties of concrete</i>	fisik beton	yang dilapisi dengan bahan <i>waterproofing</i> lainnya. Ini dikarenakan specimen yang dilapisi dengan pelapis berbasis polimer yangdimodifikasi, berbasis <i>epoxy</i> , dan berbasis semen dalam urutan menurun. Kedua pelapis berbasispolimer menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada pelapis berbasis polimer yang dimodifikasi dengan semen, danpelapis berbasis semen, dalam hal sifat fisik yang dievaluasi.

Dari hasil penelitan terdahulu dan masalah yang sedang terjadi di Indonesia, penelitian ini membuat inovasi campuran *Styrofoam* yang dilarutkan dengan *thinner polyurethane* dan *waterglass*, serta bahan tambah padat untuk dapat dijadikan *waterproofing* yang efisien yang dapat mengurangi biaya konstruksi dan juga memanfaatkan limbah *Styrofoam* yang saat ini volumenya menumpuk di Indonesia. Sehingga pelapis berbasis semen dengan campuran limbah tersebut selain ramah lingkungan dalam pengolahan juga efisien dalam pemanfaatannya.