

**LAPORAN PENELITIAN
PROGRAM Re-ENG (*REVERSE ENGINEERING*)**



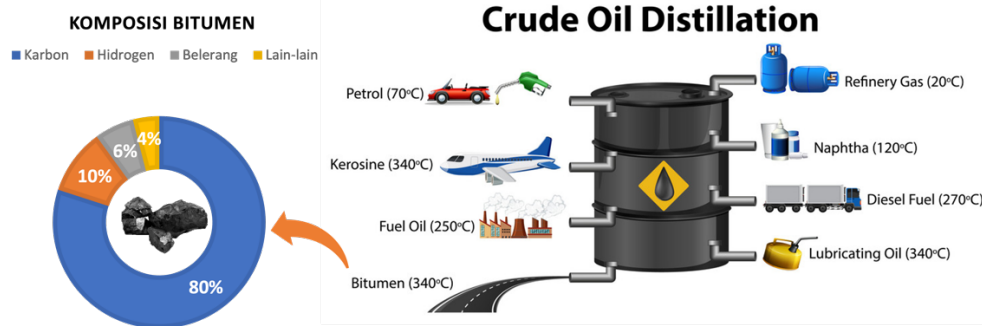
**Fabrikasi Membran Bitumen Sebagai Material
Konstruksi (*Waterproofing*) Lokal**

**Badrul Munir, Ph.D.
Dr. Eng. Ersan Y. Muslih, M.Sc.Eng.**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI ARSITEKTUR LANDSKAP
DAN TEKNIK LINGKUNGAN
UNIVERSITAS TRISAKTI
2024**

BAB I. LATAR BELAKANG

Bitumen membran merupakan produk yang sangat penting dalam industri konstruksi, khususnya untuk waterproofing. Namun, di Indonesia, seluruh kebutuhan bitumen membran masih dipenuhi melalui impor. Hal ini menunjukkan bahwa ada peluang besar untuk memproduksi bitumen membran secara lokal, yang tidak hanya dapat meningkatkan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) tetapi juga dapat menjadi substitusi produk impor yang signifikan.



Gambar 1. Skematik destilasi minyak mentah dan diagram komposisi dari Bitumen. (Wikipedia.com)

Pasar bitumen membran global diperkirakan akan mencapai nilai sebesar 63,18 miliar dolar pada tahun 2027, dengan tingkat pertumbuhan yang diharapkan hingga 4,2% per tahun (MICE Global Market Report, 2024). Indonesia sendiri merupakan pasar terbesar kedua di dunia untuk bitumen membran, menunjukkan adanya potensi yang sangat besar untuk pengembangan industri ini di dalam negeri.

Potensi pasar di Indonesia juga diperkuat dengan fakta bahwa Indonesia merupakan negara dengan peringkat kedelapan di dunia yang memiliki gedung tinggi sebanyak 414 buah (*The Skyscraper Center*, 2020). Hal ini mencerminkan tingginya kebutuhan akan produk waterproofing yang efektif dan berkualitas tinggi seperti bitumen membran. Dengan memanfaatkan sumber daya lokal dan teknologi yang tepat, Indonesia dapat mengurangi ketergantungan pada impor dan mendorong pertumbuhan industri dalam negeri yang berkelanjutan.



Gambar 2. Potensial market dan struktur bitumen membrane. (MICE Global Market Report 2024)

Proposal ini mengajukan rencana untuk melakukan fabrikasi bitumen membran di Indonesia, dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik dan sekaligus meningkatkan perekonomian lokal melalui peningkatan TKDN dan penciptaan lapangan kerja baru.

BAB II. KAJIAN PUSTAKA

1. Pengertian Bitumen dan Karakteristiknya

Bitumen adalah material organik yang dihasilkan dari residu penyulingan minyak bumi. Secara komposisi, bitumen terdiri dari sekitar 80% karbon, 10% hidrogen, 6% belerang, dan sisanya adalah oksigen, nitrogen, serta sejumlah kecil unsur seperti besi, nikel, dan vanadium [1]. Bitumen memiliki sifat viskoelastis, yang berarti ia dapat bertindak sebagai cairan atau padat tergantung pada suhu dan tekanan. Sifat ini membuat bitumen sangat berguna dalam berbagai aplikasi konstruksi, terutama sebagai bahan pelapis (waterproofing) karena ketahanannya terhadap air dan lingkungan yang keras [2].

2. Bitumen dalam Aplikasi Konstruksi

Bitumen telah lama digunakan dalam industri konstruksi, khususnya untuk keperluan paving, waterproofing, dan sebagai bahan dasar aspal [3]. Dalam aplikasi waterproofing, bitumen diaplikasikan sebagai membran tahan air yang efektif untuk mencegah infiltrasi air ke dalam struktur bangunan. Kemampuan bitumen untuk memberikan lapisan kedap air menjadikannya pilihan ideal untuk berbagai proyek seperti atap, fondasi, dan dinding bawah tanah [4].

Selain ketahanannya terhadap air, bitumen juga dikenal karena daya tahannya terhadap bahan kimia dan kondisi cuaca yang ekstrem, termasuk perubahan suhu yang drastis [5]. Sifat ini sangat penting dalam penggunaannya sebagai bahan pelapis di lingkungan tropis seperti Indonesia, yang sering mengalami curah hujan tinggi dan paparan sinar matahari yang kuat [6].

3. Bitumen Membran untuk Waterproofing

Salah satu aplikasi utama bitumen dalam konstruksi adalah sebagai membran waterproofing, yang biasa digunakan dalam sistem atap datar, terowongan, kolam renang, dan fondasi bangunan [7]. Membran ini biasanya dibuat dari kombinasi bitumen dengan polimer untuk meningkatkan sifat mekaniknya, seperti elastisitas dan kekuatan tarik [8]. Teknologi ini memungkinkan bitumen untuk mempertahankan sifat kedap airnya, bahkan di bawah tekanan atau pergerakan struktur [9].

Bitumen membran hadir dalam berbagai bentuk, termasuk *torch-on membrane*, di mana membran dipanaskan dan dilekatkan pada permukaan yang akan dilindungi, serta *self-adhesive membrane*, yang memiliki lapisan perekat untuk pemasangan yang lebih mudah [10]. Kedua jenis ini banyak digunakan di proyek-proyek konstruksi komersial dan industri [11].

4. Keunggulan Bitumen Membran

Bitumen membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan bahan waterproofing lainnya, di antaranya:

- **Ketahanan Terhadap Air:** Bitumen secara alami tahan terhadap air, sehingga sangat efektif untuk melindungi bangunan dari kebocoran [12].

- **Daya Tahan:** Bitumen membran dikenal tahan lama, mampu bertahan selama bertahun-tahun tanpa degradasi signifikan [13].
- **Fleksibilitas:** Ketika dipadukan dengan polimer, bitumen membran menjadi lebih fleksibel, memungkinkan material untuk menahan pergerakan bangunan tanpa pecah atau retak [8].
- **Ketersediaan dan Biaya Efektif:** Bitumen adalah produk samping dari industri penyulingan minyak, yang membuatnya relatif terjangkau dan mudah diakses secara global [1].

5. Tantangan dalam Penggunaan Bitumen

Meskipun bitumen memiliki banyak keunggulan, penggunaannya juga menghadapi beberapa tantangan. Salah satunya adalah dampak lingkungan, terutama terkait dengan emisi yang dihasilkan selama proses produksinya [14]. Selain itu, bitumen sensitif terhadap suhu ekstrem, yang dapat mempengaruhi kinerjanya jika tidak dicampur dengan bahan tambahan yang tepat [15].

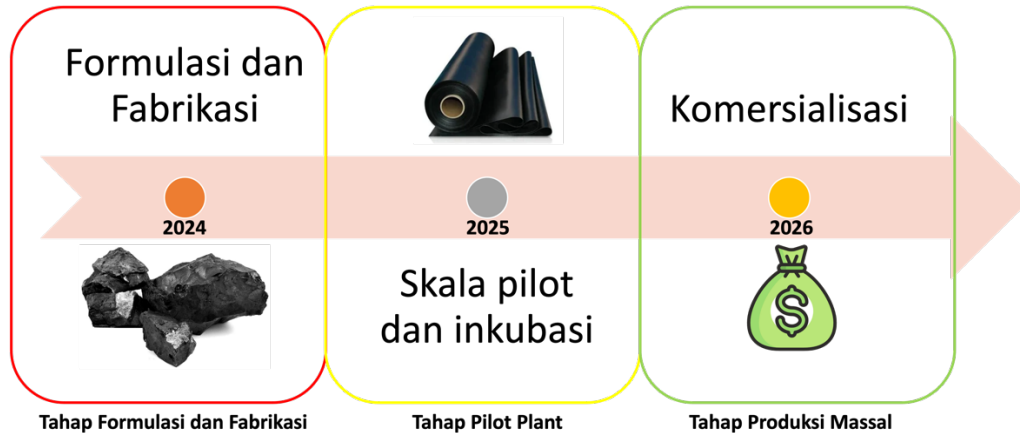
6. Penggunaan Bitumen Membran di Indonesia

Di Indonesia, penggunaan bitumen membran sebagai bahan waterproofing masih didominasi oleh produk impor [16]. Padahal, potensi pasar bitumen membran di Indonesia cukup besar, mengingat banyaknya pembangunan gedung bertingkat dan proyek infrastruktur yang sedang berkembang [17]. Dengan meningkatnya kebutuhan terhadap bahan waterproofing yang andal, ada peluang besar untuk mengembangkan produksi bitumen membran secara lokal untuk mengurangi ketergantungan pada impor [18].

BAB III. METODE

Metode pelaksanaan program

Secara umum, metode pelaksanaan proposal ini dibagi menjadi tiga bagian umum, yaitu tahap Formulasi dan fabrikasi, tahap fabrikasi skala pilot dan inkubasi, dan terakhir tahap komersialisasi.



Gambar 3. Tahapan pada fabrikasi bitumen membrane hingga komersialisasi produk.

Formulasi dan Fabrikasi

Pada tahap ini, diperlukan pengujian terhadap objek yang akan di-*RE* dengan berbagai pengujian dan analisa diantaranya adalah analisa komposisi, dan sifat mekanis atau fisik yang dibutuhkan untuk dijadikan acuan atau standar. Setelah diperoleh data tentang standar produk yang akan dicapai, Langkah selanjutnya adalah pengembangan formula dengan memilih dan menentukan setiap komponen yang akan digunakan serta melakukan optimasi terhadap formula tersebut sehingga diperoleh hasil yang baik. Formulasi dan fabrikasi masih dilakukan pada skala laboratorium.

Pada tahap ini, diharapkan sudah dapat membuat prototipe bitumen membran berdasarkan formulasi yang telah dikembangkan dan melakukan pengujian awal pada prototipe untuk memastikan kinerja sesuai dengan standar yang diinginkan. Pengujian dilakukan bukan hanya di laboratorium tetapi juga pada kondisi di lapangan. Pada tahap ini, secara umum, baru peneliti saja yang bekerja.

Skala Pilot dan Inkubasi

Tahapan berikutnya setelah tahapan formulasi dan fabrikasi adalah fabrikasi skala pilot dan inkubasi. Pada tahap ini, peningkatan skala fabrikasi dari skala laboratorium akan dinaikan menjadi skala pilot. Selain meningkatkan skala fabrikasi, pada tahap ini juga tetap dilakukan pengujian kualitas untuk memastikan kualitas membrane yang dihasilkan tetap memenuhi kriteria yang diharapkan. Kemudian, pada tahapan ini juga dilakukan inkubasi baik dari sisi teknologi, maupun bisnis. Karena dilapangan bitumen membrane memiliki beberapa varian

yang biasa digunakan dilapangan, maka pada tahap ini juga diharapkan diversifikasi produk juga dapat dilakukan. Pada tahap ini, baik peneliti maupun mitra sudah dapat bekerja.

Komersialisasi

Tahap terakhir adalah tahap komersialisasi. Pada tahap ini, produk yang sudah memenuhi kriteria di pasar, sudah dapat dilepas ke konsumen. Pada tahap ini lebih mengedepankan aspek bisnis, sehingga pada tahap ini peneliti mitralah yang paling banyak berperan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi polimer bitumen membrane bervariasi tergantung pada aplikasi, lingkungan penggunaan, dan sifat yang ingin dicapai. Namun, pada penelitian ini, komposisi untuk polimer bitumen membrane adalah sebagai berikut:

1. Bitumen:

- **Persentase:** 60-70%
- **Peran:** Sebagai bahan utama, bitumen berfungsi memberikan sifat kedap air dan ketahanan terhadap bahan kimia. Namun, karena bitumen murni memiliki kekurangan seperti kurang elastis pada suhu rendah dan lunak pada suhu tinggi, bitumen perlu dimodifikasi.

2. Polimer (SBS dan APP):

- **Persentase:** 10-20%
- **Peran:** Menambah elastisitas, ketahanan terhadap deformasi pada suhu tinggi, dan meningkatkan sifat mekanik bitumen. Polimer yang sering digunakan adalah:
 - **SBS (Styrene-Butadiene-Styrene):** Membuat bitumen lebih elastis dan fleksibel, serta meningkatkan daya tahan terhadap suhu tinggi.
 - **APP (Atactic Polypropylene):** Memberikan ketahanan termal dan stabilitas pada suhu tinggi, cocok untuk daerah tropis.

3. Filler (Calcium Carbonate/Abu Terbang):

- **Persentase:** 10-20%
- **Peran:** Filler seperti kapur (calcium carbonate), silika, atau abu terbang (fly ash) digunakan untuk meningkatkan kekuatan mekanik dan menurunkan biaya produksi tanpa mempengaruhi sifat dasar bitumen. Filler juga meningkatkan stabilitas dimensi membran.

4. Aditif (Anti Oksidan):

- **Persentase:** 2-5%
- **Peran:** Aditif digunakan untuk meningkatkan sifat tertentu, seperti ketahanan terhadap sinar UV, oksidasi, atau untuk memperbaiki proses produksi. Contoh aditif adalah antioksidan, plastisizer, dan stabilizer termal.

Pengaruh Komposisi:

- **Bitumen Polimer SBS:** Memiliki elastisitas tinggi, cocok untuk area yang mengalami perubahan suhu drastis atau pergerakan struktural.
- **Bitumen Polimer APP:** Lebih kaku dan tahan terhadap suhu tinggi, sering digunakan di daerah panas atau untuk aplikasi yang membutuhkan ketahanan lebih terhadap deformasi termal.



BAB V. KESIMPULAN

Bitumen membrane berhasil difabrikasi dengan komposisi sebagai berikut:

- Bitumen: 65%**
- Polimer (SBS/APP): 15%**
- Filler (Calcium Carbonate/Abu Terbang): 15%**
- Anti oksidan: 5%**