

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur transportasi khususnya jalan, merupakan salah satu bagian yang penting dalam pembangunan nasional. Selain mendorong pertumbuhan ekonomi, pembangunan jalan juga dapat meningkatkan produktivitas, penyerapan tenaga kerja, meningkatkan daya saing global, serta membantu mengurangi angka kemiskinan. Penyediaan infrastruktur jalan dapat memberi pengaruh yang signifikan terhadap perekonomian, karena jalan dapat menjadi penghubung antara produsen, pasar, dan konsumen. Tersedianya jalan dapat menjadi akses dan memberikan peluang bagi masyarakat lokal kepada dunia usaha, yang mendorong terciptanya lapangan kerja baru. Dengan adanya pengembangan infrastruktur jalan, pencapaian ke wilayah atau daerah terpencil yang memiliki potensi ekonomi yang baik dapat dilakukan, sehingga dapat mempercepat pertumbuhan ekonomi di wilayah tersebut, tenaga kerja dapat terserap dengan baik, serta perbaikan pemerataan pendapatan (Kementerian PUPR, 2015). Akan tetapi pembangunan infrastruktur jalan tidak terlepas dari berbagai tantangan, seperti kondisi geografis dan perubahan iklim, serta keterbatasan material. Indonesia merupakan negara dengan kondisi geografis yang terdiri dari banyak pulau serta membentang gunung dan pegunungan diberbagai wilayah. Adanya gunung berapi yang berpotensi menimbulkan gempa vulkanik, dapat memberi dampak yang kurang baik terhadap konstruksi perkerasan jalan, karena dapat merusak kondisi perkerasan jalan tersebut. Disamping itu, faktor cuaca seperti curah hujan yang tinggi juga dapat memperpendek masa layan dari jalan. Selain kondisi geografis dan perubahan iklim yang menjadi tantangan dalam pembangunan infrastruktur jalan, terbatasnya material bahan jalan dapat menjadikan biaya konstruksi jalan semakin tinggi. Untuk mengatasi persoalan keterbatasan material, maka diperlukan material lain yang dapat dijadikan sebagai material pengganti bahan perkerasan jalan.

Kabupaten Merauke memiliki luas wilayah sebesar 46.791,63 km², dimana luas hutan yang ada sebesar 4.812.903 ha (Statistik, 2022). Kabupaten Merauke memiliki hutan yang kaya dengan hasil kayu dan juga hasil hutan. Salah satu distrik di Kabupaten Merauke memiliki hutan dengan luas 451.003 ha, dimana 110.969 merupakan hutan kayu bus. Menurut data statistik, 70 % wilayah hutan didominasi oleh tumbuhan jenis

Melaleuca Viridiflora sisanya terdiri dari tumbuhan bakau, *eucalyptus sp*, *acacia sp*, *calamus sp*, padang savana, dan lain-lain. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa tanaman jenis *Melaleuca Viridiflora* (kayu bus) tersedia dengan melimpah di daerah ini. Sebagaimana diketahui bahwa kayu mempunyai nilai kekuatan dan keawetan yang bervariasi, mulai dari yang rendah hingga tinggi. Kayu dengan nilai kelas kuat I dan kelas awet I dapat digunakan sebagai material untuk konstruksi perkerasan jalan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan material alam sebagai bahan perkuatan pada lapis pondasi jalan, dan material alam yang akan digunakan harus merupakan material yang *renewable* serta memiliki nilai kekuatan yang tinggi. Pemilihan kayu sebagai material dalam pekerjaan konstruksi, khususnya konstruksi perkerasan jalan dilakukan dengan pertimbangan kayu merupakan material yang *renewable*. Disamping itu, penggunaan kayu pada konstruksi lapis pondasi dapat mengurangi tingkat konsumsi semen serta kayu merupakan material yang tersedia dengan sangat melimpah di alam. Salah satu jenis kayu yang dapat digunakan sebagai material perkerasan jalan yaitu kayu bus. Kayu bus memiliki nilai rata-rata kuat tekan sejajar serat kayu dan kuat tekan tegak lurus serat kayu masing-masing sebesar 67,54 MPa dan 30,86 MPa. Nilai kuat lentur kayu bus rata-rata sebesar 88,60 MPa dengan modulus elastisitas berkisar antara 7700 – 17400 kPa. Kayu bus (*Melaleuca Viridiflora*) memiliki bentuk batang yang tunggal dan lurus, dimana pohon ini dapat tumbuh hingga mencapai 40 m (Webb et al., 1984). Selain memiliki batang yang lurus dengan percabangan yang terbatas, kayu bus termasuk jenis pohon dengan pertumbuhan yang cepat, sangat baik digunakan untuk upaya reboisasi ditempat yang memiliki curah hujan tinggi dan musim kering yang berbeda serta kondisi tanah yang buruk (Dombro, 2010). Pemilihan kayu bus dilakukan dengan pertimbangan bahwa kayu bus sering digunakan pada konstruksi jembatan kayu, sehingga dapat pula digunakan sebagai bahan perkuatan pada lapis pondasi perkerasan jalan.

1.1.1 Kondisi Geografis dan Perubahan Iklim

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kondisi geografis yang terdiri dari pulau-pulau dan berada di jalur *ring of fire* serta membentang gunung dan pegunungan di berbagai wilayah Indonesia. Karena berada pada jalur *ring of fire*, hal ini mengakibatkan di Indonesia banyak terdapat gunung berapi. Adanya kondisi geografis yang demikian menjadikan tantangan tersendiri bagi pemerintah dalam membangun infrastruktur jalan.

Tantangan yang ada dalam pembangunan jalan tidak hanya berasal dari kondisi geografis saja tetapi juga dari curah hujan. Adanya perubahan iklim yang ekstrim sangat berpengaruh terhadap kondisi perkerasan jalan. Seperti diketahui bahwa Indonesia berada pada daerah dengan curah hujan yang cukup tinggi, dimana rata-rata tiap tahunnya curah hujan yang terjadi dapat mencapai 2000 – 3000 mm (Kementerian PUPR, 2015). Tiap-tiap daerah memiliki curah hujan yang berbeda-beda. Ada daerah dengan curah hujan tinggi, ada pula daerah yang memiliki curah hujan rendah. Curah hujan yang tinggi yang jatuh di badan jalan dan merendam badan jalan dapat merusak lapisan perkerasan jalan. Air yang tergenang pada badan jalan dalam waktu yang cukup lama apabila tidak segera dialirkan ke drainase yang berada disisi jalan dapat merusak lapisan permukaan jalan. Selain itu juga dapat memperpendek *service life* jalan. Keterlambatan dalam penanganan kerusakan jalan dapat mengakibatkan tingginya biaya pemeliharaan serta biaya investasi. Bila jalan yang rusak tidak segera diperbaiki, hal ini akan mempercepat peningkatan tingkat keparahan dan luas area kerusakan jalan tersebut. Contoh kerusakan yang terjadi pada permukaan jalan seperti lubang, maka kerusakan tersebut harus ditambal dengan material yang memiliki kualitas minimal sama dengan perkerasan jalan lama. Akan tetapi, terbatasnya dana pemeliharaan yang disediakan oleh pemerintah menyebabkan pemeliharaan jalan sering menggunakan material pengganti yang kualitasnya lebih rendah dari kualitas bahan jalan yang lama, sehingga jalan akan lebih mudah mengalami kerusakan. Jika kondisi seperti ini terjadi secara berulang-ulang, maka frekwensi pemeliharaan berkala menjadi semakin intens dan biaya pemeliharaan jalan juga akan meningkat.

1.1.2 Keterbatasan Material

Sebagai salah satu pendorong perekonomian, jalan merupakan prasarana yang menghubungkan produsen, pasar, dan konsumen. Tersedianya jalan akan membuka akses dan serta memberi peluang masyarakat lokal terhadap dunia usaha, sehingga dapat mendorong terbentuknya lapangan kerja baru. Oleh karena itu, peningkatan jaringan jalan baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya perlu dilakukan, diantaranya pembangunan jalan baru serta perbaikan jalan lama.

Pembangunan jalan baru khususnya konstruksi perkerasan lentur membutuhkan material baik aspal maupun agregat dalam jumlah yang besar. Misalnya untuk jalan dengan lebar 7 m dan tebal penghamparan 5 cm (*typical cross section* untuk jalan aspal

di Indonesia) dan berat rata-rata tiap campuran beraspal per m³ adalah 2,215 ton, maka untuk setiap 1 km panjang jalan membutuhkan campuran aspal panas kurang lebih sebesar 775,25 ton (Wirahadikusumah & Sahana, 2012), dimana jumlah aspal dan agregat yang dibutuhkan yaitu sebanyak 35.164, 57 kg aspal dan 668.130,61 kg agregat. Untuk 1 ton campuran aspal terdiri dari kurang lebih 45,359 kg aspal dan 861,826 kg agregat (McBee et al., 1978). Selain lapisan permukaan, lapisan pondasi dan pondasi bawah dengan tebal minimum 100 mm juga membutuhkan agregat ribuan ton. Dengan adanya tingkat konsumsi agregat yang tinggi dalam proses konstruksi jalan mengakibatkan pengadaan material bahan jalan baru menjadi terbatas, terutama untuk daerah-daerah yang bukan merupakan produsen dari material tersebut. Hal ini juga menyebabkan biaya konstruksi jalan menjadi semakin tinggi. Demikian pula pembangunan jalan khususnya di wilayah Papua yang mengalami beberapa kendala, diantaranya kondisi topografi Papua yang bervariasi, mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi serta sungai-sungai besar beserta dengan anak sungai yang menyebabkan waktu kerja yang tidak efektif, sehingga mengakibatkan pembangunan jalan yang tidak merata. Selain itu material yang digunakan sebagai bahan perkerasan jalan tidak diperoleh dari daerah setempat melainkan harus didatangkan dari tempat lain, seperti dari luar pulau Papua sehingga mengakibatkan harga material menjadi mahal. Adapun material yang harus didatangkan yaitu material untuk lapis pondasi yang berupa batu-batuan, misalnya *cipping*. Disamping itu, ketersediaan material yang memenuhi spesifikasi sangat minim yang mengakibatkan sulitnya pembangunan jalan di wilayah tersebut.

Rehabilitasi jalan lama juga perlu dilakukan dalam rangka menunjang perekonomian wilayah. Perbaikan dilakukan pada jalan dengan kondisi rusak, baik pada lapisan permukaan, lapisan pondasi, maupun pada tanah dasar. Upaya perbaikan dapat dilakukan dengan cara stabilisasi maupun perkuatan. Stabilisasi dapat dilakukan dengan menggunakan bahan tambah, daur ulang, serta konstruksi perkerasan baru. Akan tetapi mengingat tingginya biaya konstruksi jalan serta kelangkaan material pada daerah-daerah tertentu, sehingga membuat para peneliti dan praktisi dibidang rekayasa jalan berusaha untuk menemukan material baru dan mengembangkan teknologi alternatif. Beberapa material baru yang dapat digunakan pada pekerjaan konstruksi jalan diantaranya penggunaan tras yang disubstitusi parsial terhadap semen pada material daur ulang *RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)* dan *RAM (Recycled Asphalt Materials)* dengan cara *cold mix* (Waani et al., 2014) untuk diaplikasikan kembali sebagai lapis pondasi, penggunaan

material *RAP* dengan menambahkan agregat, abu batu, dan semen sebesar 0,5 % - 2,5 % dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi (Widodo et al., 2013) penggunaan bambu dan geotekstil sebagai perkuatan pada tanah lempung pada badan jalan (Marto & Othman, 2011). Berbagai usaha telah dilakukan dalam mencari solusi untuk menangani kerusakan jalan.

Stabilisasi lapis pondasi, baik lapis pondasi bawah maupun lapis pondasi atas dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki kerusakan pada lapis pondasi serta untuk meningkatkan daya dukung dari lapis pondasi itu sendiri. Stabilisasi lapis pondasi dapat dilakukan dengan menggunakan bahan tambah seperti semen. Akan tetapi, penggunaan semen pada stabilisasi lapis pondasi mengakibatkan tingkat produktivitas dan konsumsi semen semakin tinggi. Usaha perbaikan lapis pondasi juga dapat dilakukan dengan cara konstruksi perkerasan baru, teknik daur ulang, serta dengan perkuatan. Usaha perbaikan dengan konstruksi perkerasan baru dipilih untuk konstruksi jalan yang membutuhkan perbaikan secara total. Hal ini berarti bahwa perkerasan jalan yang lama dibuang dan digantikan dengan perkerasan yang baru. Untuk perbaikan dengan teknik daur ulang biasanya dilakukan dengan memanfaatkan kembali material jalan lama yang mengalami kerusakan, yaitu material *RAP* dan *RAM* dengan dan tanpa penambahan agregat baru dan bahan stabilisasi (Han et al., 2012; Sandhyavitri et al., 2011; Puppala et al., 2011). Penggunaan material daur ulang khususnya daur ulang di tempat memberi manfaat baik secara ekonomis maupun lingkungan. Selanjutnya perbaikan dengan menggunakan geosintetik biasanya dilakukan dengan menambahkan geotekstil atau geogrid yang diletakkan diantara tanah dasar dan lapisan pondasi (Haas et al., 1988; Hufenus et al., 2006; Siriwardane et al., 2010).

Geosintetik digunakan pada jalan tanpa perkerasan dengan tujuan agar biaya konstruksi menjadi lebih ekonomis. Penggunaan satu lapis geotekstil dapat menghemat 1/3 ketebalan lapis pondasi untuk jalan yang berada di atas tanah dasar yang lunak hingga sedang (Shukla & Yin, 2006). Geogrid juga dapat mengurangi ketebalan lapis pondasi sebesar 30 – 50 % (Giroud et al., 1984). Beberapa keuntungan penggunaan geosintetik pada jalan tanpa perkerasan yang berkaitan dengan pelaksanaan konstruksi dan ekonomi diantaranya (Kementerian PU, 2010):

- Pada tanah dasar yang sangat lunak, pemasangan geosintetik memungkinkan pelaksanaan konstruksi lapis pondasi agregat tanpa kehilangan yang berlebihan dari material.

- Pemasangan agregat lapis pondasi jauh lebih mudah dengan adanya geosintetik pada antar muka tanah dasar dengan lapis pondasi agregat.
- Dapat meminimalisir terjadinya kontaminasi lapis pondasi oleh butiran halus yang terpompa dari tanah dasar akibat dari pembebanan lalu lintas yang berulang-ulang.

Penelitian-penelitian terdahulu memperlihatkan bahwa penggunaan geosintetik pada konstruksi perkerasan jalan dapat meningkatkan serta memperkuat lapis perkerasan. Geosintetik yang diletakkan pada tanah lempung lunak hingga 3 lapis, dapat meningkatkan kapasitas daya dukung serta mengurangi penurunan tanah jika dibandingkan dengan tanah lempung lunak yang tanpa perkuatan (Widiarti, 2012). Salah satu jenis geosintetik yang juga digunakan pada pekerjaan konstruksi perkerasan jalan adalah geogrid. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya terhadap geogrid (Abu-Farsakh & Chen, 2011; Ferrotti et al., 2012; Sert & Akpınar, 2012; Adams et al., 2014; Sun et al., 2015) menunjukkan bahwa penggunaan geogrid pada konstruksi perkerasan jalan baik sebagai bahan untuk stabilisasi maupun sebagai perkuatan pada tanah dasar dan lapis pondasi, dapat meminimalisir penurunan tanah, mengurangi ketebalan lapis pondasi, meminimalisir terjadinya alur, dan juga dapat meningkatkan daya dukung. Penelitian yang dilakukan dengan mengkombinasikan antara geotekstil dan bambu yang dilakukan sebelumnya (Marto & Othman, 2011; Irsyam & Krisnanto, 2008) menunjukkan bahwa kombinasi antara bambu dan geotekstil ternyata dapat mengurangi penurunan tanah, meningkatkan stabilitas, serta mengurangi deformasi. Dari uraian di atas, material geosintetik mempunyai banyak keunggulan dalam konstruksi perkerasan jalan. Namun demikian sering dijumpai kendala didalam pengadaan material jenis ini, seperti sulitnya memperoleh material geosintetik dengan harga yang relatif murah. Mahalnya material geosintetik yang merupakan hasil dari fabrikasi menyebabkan perlu adanya alternatif lain, yaitu dengan menggunakan material setempat yang lebih murah tetapi memiliki kemampuan yang minimal hampir sama dengan geosintetik.

1.2 Identifikasi Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka identifikasi permasalahan yang berkaitan dengan teknik perkuatan lapis pondasi pada konstruksi perkerasan jalan diantaranya:

- 1) Biaya konstruksi perkerasan jalan yang relatif mahal sebagai akibat dari kelangkaan material.

- 2) Usaha perbaikan lapis pondasi dengan cara stabilisasi yang menggunakan semen mengakibatkan tingkat kebutuhan dan produksi semen semakin tinggi, selain itu semen juga merupakan material bangunan tidak ramah lingkungan, sehingga perlu dilakukan usaha perbaikan dengan cara lain seperti perkuatan (*reinforcement*).
- 3) Pemanfaatan material alam, seperti kayu selama ini hanya sebagai bahan untuk konstruksi bangunan. Padahal kayu berpotensi sebagai material konstruksi perkerasan jalan dan tersedia dengan melimpah.

1.3 Perumusan Masalah

Teknologi perkuatan struktur perkerasan jalan yang menggunakan material alam (kayu) perlu dikembangkan untuk memperkuat daya dukung lapis perkerasan jalan.

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Apakah kayu bus tepat digunakan sebagai material konstruksi perkerasan jalan?
- 2) Bagaimana membuat struktur lapis pondasi yang terbuat dari kayu bus?
- 3) Bagaimana pengaruh struktur lapis pondasi yang terbuat dari kayu bus terhadap kekuatan dan keawetan struktur perkerasan jalan dalam menahan beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan?

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini yaitu pemanfaatan kayu bus sebagai material lapis pondasi bawah pada konstruksi perkerasan lentur jalan.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Menganalisis penggunaan kayu bus sebagai material konstruksi perkerasan jalan.
- 2) Mengembangkan struktur lapis pondasi yang terbuat dari kayu bus.
- 3) Menganalisis struktur lapis pondasi yang terbuat dari kayu bus serta pengaruhnya terhadap kekuatan dan keawetan struktur perkerasan jalan dalam menahan beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

- 1) Membantu pemerintah dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dalam mengatasi persoalan kelangkaan material konstruksi perkerasan jalan khususnya material untuk lapis pondasi, serta meminimalisir penggunaan material yang tidak terbarukan (semen).

- 2) Meningkatkan pemanfaatan kayu bus yang tidak hanya sebagai bahan konstruksi bangunan, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkuatan pada lapisan pondasi jalan.
- 3) Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam hal teknologi perkuatan pada lapis pondasi jalan dengan menggunakan material alam (kayu).

1.6 Pembatasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada:

- 1) Material untuk bahan perkuatan lapis pondasi menggunakan kayu bus.
- 2) Aspal beton yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *AC-BC* gradasi halus sesuai dengan spesifikasi teknik Bina Marga 2010.
- 3) Aspal yang digunakan adalah aspal keras penetrasi 60/70.
- 4) Pengujian dilakukan dengan skala penuh di lapangan.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan disertasi ini terdiri atas beberapa bab dengan rincian sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan.

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang penelitian. Latar belakang penelitian memuat tentang hal-hal apa saja yang menjadi alasan mengapa penelitian ini perlu untuk dilakukan. Selain itu juga tentang penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan *gap* yang belum pernah diteliti oleh peneliti sebelumnya, sehingga penelitian ini benar-benar merupakan penelitian yang baru dan belum pernah diteliti sebelumnya. Selanjutnya pada bab ini juga memuat tentang perumusan masalah, dimana pada penelitian ini rumusan masalah dibuat menjadi tiga bagian. Sementara maksud dan tujuan penelitian dibuat untuk menjawab rumusan masalah. Manfaat penelitian juga dimasukkan dalam bab ini, sehingga dapat terlihat dengan jelas manfaat apa saja yang dapat diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan. Bagian penutup dari bab ini merupakan sistematika penulisan, dimana pada bagian ini dijabarkan secara rinci apa saja yang ditulis pada setiap babnya.

Bab 2 Tinjauan Pustaka dan Kerangka Berpikir.

Bab ini berisikan tentang teori konstruksi perkerasan jalan lentur, termasuk didalamnya susunan lapisan perkerasan lentur jalan, metode perbaikan pada susunan lapis perkerasan jalan. Di samping itu, bab ini juga memuat tentang hasil

penelitian terdahulu tentang perkuatan pada lapis perkerasan jalan lentur serta apa yang menjadi kebaruan (*Novelty*) dari penelitian yang dilakukan. Sementara pada bagian akhir dari bab ini memuat tentang kerangka berpikir.

Bab 3 Metode Penelitian.

Berisikan tentang metode yang digunakan pada penelitian ini, tahapan apa saja yang dilakukan pada penelitian, bagan alir penelitian, populasi dan sampel yang diuji, rencana analisa data, serta waktu dan tempat penelitian.

Bab 4 Kompilasi dan Analisis Data.

Memuat tentang analisis data yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, serta membahas tentang angka-angka yang diperoleh.

Bab 5 Pembahasan Hasil Penelitian.

Memuat tentang pembahasan dari hasil penelitian yang diperoleh, yang meliputi analisis model perkerasan lentur dengan dan tanpa rakit kayu, analisis perkerasan lentur jalan dengan menggunakan aplikasi *Plaxis2D* dan *Kenpave*.

Bab 6 Kesimpulan, Implikasi dan Saran.

Memuat tentang kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari penelitian, implikasi dari penelitian, serta saran-saran yang berhubungan dengan hasil penelitian.