

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Geogrid masih jarang digunakan pada beton karena umumnya digunakan pada tanah. Maka dari itu, saat ini perlu dilakukan upaya untuk menyelidiki kemungkinan penggunaan geogrid yang berfungsi untuk memperkuat struktur beton dari kekuatan tariknya dan daktilitasnya. Berdasarkan jumlah arah dan akibat arah yang diperkuatnya, geogrid diklasifikasikan menjadi geogrid uniaxial, biaxial, dan triaxial (Daou, dkk., 2020). Selama beberapa dekade terakhir, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengadopsi bahan dan teknik yang paling tepat untuk meningkatkan kekuatan geser struktur beton bertulang. Keruntuhan geser relatif tidak diinginkan dan lebih berbahaya dibandingkan keruntuhan lentur karena sifat getasnya.

2.1 Penelitian mengenai Penerapan Geogrid pada Beton

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam rangka memahami efektivitas penggunaan geogrid sebagai perkuatan pada struktur beton. Salah satu penelitian dilakukan oleh Majumder dan Saha (2021) yaitu secara eksperimental mempelajari perilaku balok beton bertulang yang kekurangan kekuatan geser, dengan memperkuatnya menggunakan material geosintetik melalui penyelidikan eksperimental dan analitis. Dua jenis bahan geosintetik yaitu geogrid dan geotekstil diterapkan untuk memperkuat balok beton bertulang melalui metode pengeang eksternal dan internal. Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan eksperimental dengan pengujian lentur tiga titik serta dilengkapi dengan analisis numerik untuk membandingkan hasil eksperimen secara teoritis. Balok-balok uji diberi perlakuan perkuatan menggunakan geosintetik, kemudian dibandingkan kinerjanya terhadap balok konvensional tanpa perkuatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan material geosintetik berhasil meningkatkan kapasitas geser balok dan mengubah mekanisme kegagalan dari kegagalan geser yang bersifat getas menjadi kegagalan lentur yang lebih daktil. Selain itu, terdapat peningkatan signifikan pada kapasitas menahan beban, kemampuan disipasi energi, faktor daktilitas, serta

perilaku pasca-leleh. Di antara kedua jenis material, geogrid menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan geotekstil, dan perkuatan dengan metode pembungkus eksternal memberikan hasil paling optimal. Metode ini juga dinilai ekonomis dan potensial untuk diterapkan baik pada perkuatan struktur eksisting maupun konstruksi baru. Hasil analisis numerik menunjukkan kesesuaian yang baik dengan hasil eksperimen, sehingga memperkuat validitas metode yang digunakan. Oleh karena itu, dipastikan bahwa material geogrid dan geotekstil dapat menjadi solusi penguatan yang sangat berguna pada balok beton bertulang dengan pengekanan eksternal atau internal dengan biaya yang rendah.

Studi lainnya dilakukan oleh El Meski dan Chehab (2014) yang menguji sebanyak 21 balok beton dengan sistem pembebanan lentur empat titik. Balok-balok tersebut diperkuat dengan tiga jenis geogrid, yaitu uniaksial, biaksial, dan triaksial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa balok yang diperkuat dengan geogrid memiliki kapasitas beban maksimum yang lebih tinggi serta perilaku pasca-retak yang lebih ulet dibandingkan dengan balok beton polos tanpa perkuatan. Dari hasil pengujian lendutan beban, diketahui bahwa seluruh sampel beton bertulang geogrid mengalami lendutan yang lebih besar, yang mengindikasikan peningkatan daktilitas secara signifikan. Aspek perilaku lain yang turut dievaluasi meliputi bukaan mulut retak (*crack mouth opening displacement/CMOD*), kuat lentur, akumulasi penyerapan energi, dan mode keruntuhan. Semua jenis geogrid mampu memberikan peningkatan kekuatan lentur dan deformasi pasca-retak yang lebih besar, dengan catatan bahwa kinerja perkuatan sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisik dan mekanik dari geogrid itu sendiri. Secara kuantitatif, peningkatan kekuatan dan deformasi pada permukaan retak tercatat sebesar $\pm 20\%$ dan $\pm 40\%$ untuk geogrid uniaksial, $\pm 12\%$ dan $\pm 25\%$ untuk geogrid biaksial, serta $\pm 28\%$ dan $\pm 45\%$ untuk geogrid triaksial. Balok bertulang geogrid biaksial secara khusus menunjukkan peningkatan kapasitas beban yang signifikan serta pengurangan defleksi dibandingkan dengan spesimen tanpa perkuatan. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan geogrid, khususnya jenis biaksial berpotensi besar dalam memperbaiki perilaku lentur dan daktilitas balok beton bertulang secara keseluruhan.

2.2 Penelitian mengenai Pengaruh Geogrid terhadap Daktilitas Elemen Struktur Beton

Dalam upaya meningkatkan kinerja daktilitas elemen struktur beton bertulang, berbagai penelitian telah diarahkan pada pemanfaatan bahan alternatif yang mampu menggantikan atau melengkapi fungsi sengkang yang digunakan untuk mencegah retak geser dan menjaga kekokohan beton saat mengalami tekanan. Dalam konteks ini, penelitian yang dilakukan oleh Daou et al. (2021) memberikan kontribusi penting terhadap pemahaman mengenai efektivitas geogrid biaksial sebagai material perkuat internal pada kolom beton bertulang. Dalam studi ini, geogrid biaksial diposisikan secara melingkar menggantikan peran sengkang konvensional, dengan tujuan untuk meningkatkan daktilitas dan kestabilan deformasi pasca-retak. Tujuh spesimen kolom diuji dengan pembebanan aksial satu arah, dengan variasi jumlah lapisan geogrid (tanpa, satu, dan dua lapis) serta rasio aspek kolom. Hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun peningkatan kapasitas beban maksimum dari kolom yang diperkuat dua lapis geogrid relatif kecil (sekitar 7% dibandingkan kolom tanpa perkuatan), peningkatan daktilitasnya cukup signifikan. Indeks daktilitas perpindahan meningkat dari 2,3 (pada kolom tanpa geogrid) menjadi lebih dari 8 pada kolom dengan dua lapis geogrid. Selain itu, peningkatan daktilitas energi juga diamati, yang menunjukkan kemampuan spesimen untuk menyerap energi lebih besar sebelum mengalami kegagalan.

Penelitian ini juga membandingkan kinerja kolom bertulang geogrid dengan kolom yang menggunakan stirrup baja berjarak rapat. Hasilnya menunjukkan bahwa kolom dengan dua lapis geogrid memberikan performa daktilitas yang hampir sebanding, sehingga penggunaan geogrid dinilai efektif sebagai alternatif perkuatan transversal. Selain itu, pendekatan analitis berbasis modifikasi model tegangan-regangan Hognestad dikembangkan untuk memprediksi perilaku beton yang diperkuat geogrid. Hasil prediksi dari model ini terbukti mendekati hasil eksperimental, menandakan bahwa geogrid dapat dimasukkan dalam analisis struktural dengan dasar teoritis yang cukup kuat.