

KAJIAN AWAL ANALISIS DAN KLASIFIKASI PERILAKU SPEEDING

Bonifasius Yoga Adi Pratama¹, Hari Agung Yuniarto²

^{1,2}Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
e-mail :¹yogabonifasius@gmail.com,²h.a.yuniarto@ugm.ac.id

ABSTRACT

The number of road accidents continues to increase day by day, especially in Indonesia, which is a country with medium income level. Losses from road accidents can reach 3% of a country's gross domestic product. Losses suffered from road accidents will be greater with the loss of life. The amounts of losses can increase if we look at current trend conditions. Improvements need to be made to slow down or even reduce the number of these road accidents. One of the important factors in the occurrence of road accidents is humans. The important thing that needs to be seen from humans is their driving behavior. Speeding is one of the most dangerous driving behaviors and is very likely to cause accident. This research will conduct a preliminary study related to this speeding behavior analysis. The research was conducted with data mining approach to find information from a set of data that could be related to this speeding behavior. Analysis with data mining methods will be able to find patterns and information from collected data. Data mining method that will be used is the decision tree method using classification and regression trees (CART) algorithms. This research is a preliminary study of research related to the classification and analysis of speeding behavior; what will be explained is how the initial design of the study will be. The initial design still allows for changes to adapt to further research and fulfill objectives of this study, therefore this further research is important to do.

Keywords : CART, data mining, decision tree, speeding, road safety

INTISARI

Jumlah kecelakaan terus meningkat dari hari ke hari, terutama di Indonesia yang masuk dalam negara dengan tingkat pemasukan menengah. Kerugian dari terjadinya kecelakaan dapat mencapai 3% dari produk domestik bruto suatu negara. Kerugian yang lebih besar tentu saja adanya korban jiwa. Besarnya kerugian dapat semakin meningkat jika melihat tren kondisi yang ada sekarang ini. Perbaikan perlu dilakukan untuk memperlambat atau bahkan mengurangi angka kecelakaan ini. Salah satu faktor penting dalam terjadinya kecelakaan adalah manusia. Hal penting yang perlu untuk dilihat dari manusia saat berkendara adalah perilaku berkendara. Speeding menjadi salah satu perilaku berkendara yang sangat berbahaya dan sangat mungkin menyebabkan kecelakaan. Penelitian ini akan melakukan kajian awal terkait analisis perilaku speeding ini. Penelitian dilakukan dengan pendekatan data mining untuk menemukan informasi dari sekumpulan data yang dapat berhubungan dengan perilaku speeding ini. Analisis dengan metode data mining akan dapat menemukan pola dan informasi dari data yang dikumpulkan tersebut. Metode data mining yang akan digunakan adalah metode decision tree dengan menggunakan algoritma classification and regression trees (CART). Penelitian ini merupakan kajian awal dari penelitian terkait klasifikasi dan analisis perilaku speeding, sehingga yang akan dijabarkan adalah bagaimana desain awal dari penelitian. Desain awal masih memungkinkan adanya perubahan untuk penyesuaian pada penelitian lanjutan yang akan dilakukan. Penelitian lanjutan ini penting untuk benar-benar merealisasikan tujuan yang telah dibuat pada desain penelitian.

Kata kunci : CART, data mining, decision tree, speeding, road safety

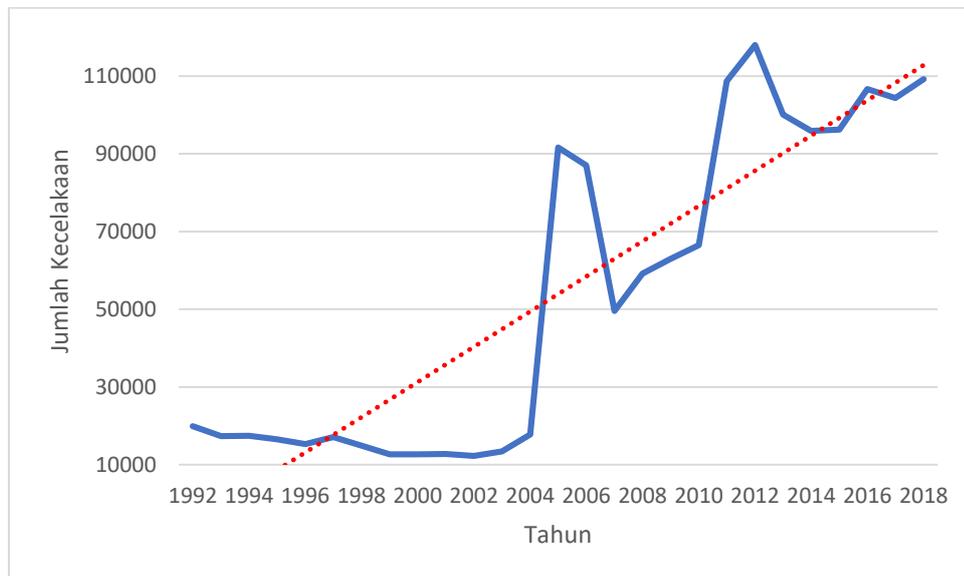
1. PENDAHULUAN

Manusia butuh berpindah tempat untuk dapat memenuhi kebutuhannya dan kendaraan adalah jawaban untuk perpindahan tempat yang cepat dan mudah. Kecepatan dalam berpindah (*need for speed*) adalah salah satu alasan utama seseorang memilih kendaraan pribadi (Kent, 2014). Perpindahan yang lebih cepat akan mendorong terciptanya ruang lingkup perpindahan yang lebih luas serta waktu perpindahan yang lebih cepat. Hal tersebut akan menjadikan mobilitas orang, barang dan bahkan jasa menjadi lebih baik. Namun di balik keuntungan yang diberikan ada pula kerugian yang dapat muncul. Salah satu kerugian yang dapat dirasakan langsung dan menimbulkan *cost* yang besar adalah kecelakaan. Dampak dari kecelakaan dapat dirasakan langsung oleh pihak-pihak yang berhubungan dengan kecelakaan tersebut. *Cost* dari kecelakaan tidak hanya menyangkut kerugian biaya tapi juga sering kali nyawa.

Data rilis World Health Organization (WHO) dalam Martin *et al.* (2014) menunjukkan bahwa 50 juta orang terluka dan 1,27 juta orang meninggal dunia setiap tahun disebabkan oleh kecelakaan akibat berkendara. Hal tersebut menjadikan kecelakaan berkendara sebagai suatu masalah bersama untuk seluruh negara di dunia (*worldwide problem*). Data dari WHO sampai dengan tahun 2019 memperlihatkan bahwa kecelakaan berkendara

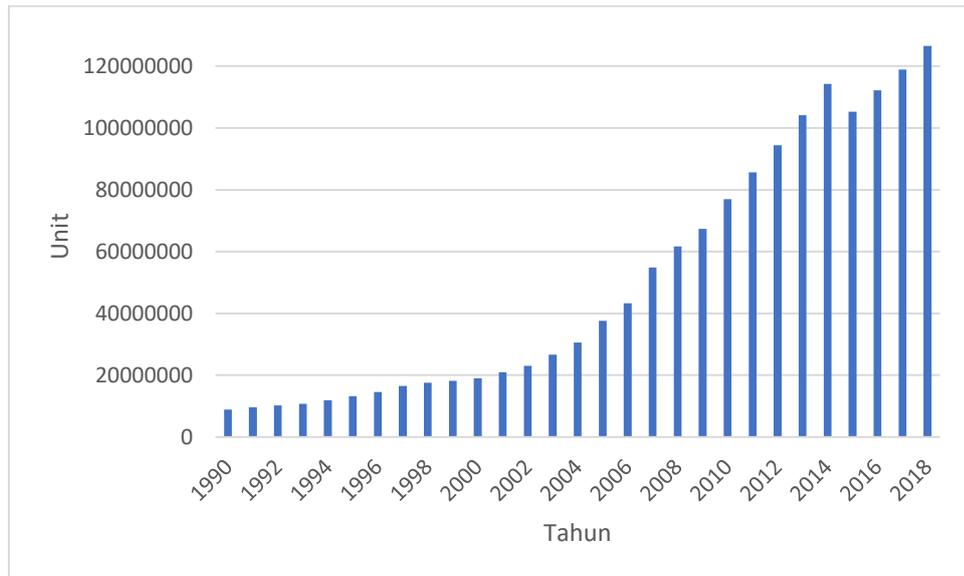
selalu masuk dalam peringkat sepuluh tertinggi penyebab kematian di dunia untuk negara dari kelas *low income* hingga *upper-middle income*. Kerugian biaya yang ditimbulkan oleh kecelakaan berkendara juga menjadi perhatian dari WHO, dimana sekarang ini kecelakaan berkendara memberikan kerugian sebesar 3% dari produk domestik bruto (PDB) jika dilihat secara global. Jumlah kerugian biaya tersebut sangat mungkin untuk bertambah, jika melihat adanya kemungkinan naiknya jumlah kecelakaan berkendara di dunia.

Indonesia menjadi salah satu negara yang sangat rentan terhadap bahaya dari kecelakaan berkendara. Laporan dari WHO menunjukkan bahwa 90% kecelakaan berkendara yang fatal terjadi di negara-negara dengan tingkat pendapatan menengah (*middle-income*) dan tingkat pendapatan yang rendah (*low-income*). Indonesia menurut data WHO termasuk dalam negara dengan tingkat pendapatan menengah sehingga rentan memiliki tingkat kecelakaan yang tinggi. Hal tersebut terbukti dengan melihat data yang diberikan Badan Pusat Statistik (BPS) menyangkut jumlah kecelakaan di Indonesia pada Gambar 1. Gambar 1. memperlihatkan bahwa jumlah kecelakaan di Indonesia ada dalam tren yang terus meningkat. Melihat tren tersebut dan sesuai dengan laporan yang diberikan WHO, ke depan Indonesia masih memiliki risiko yang sangat besar untuk mengalami peningkatan jumlah kecelakaan dan juga kerugian yang diakibatkan oleh kecelakaan berkendara.



Gambar 1. Jumlah Kecelakaan di Indonesia

Kemungkinan peningkatan jumlah kecelakaan ini didukung pula oleh data dari BPS mengenai peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia, seperti ditampilkan pada Gambar 2. Jumlah kendaraan bermotor tentu memiliki pengaruh terhadap kenaikan jumlah kecelakaan berkendara di Indonesia. Machsus (2015) dalam penelitiannya menyangkut potensi kecelakaan, menemukan bahwa volume kendaraan menjadi variabel penting yang berkontribusi dalam peningkatan jumlah kecelakaan. Temuan tersebut membuat kita tahu bahwa pertambahan jumlah kendaraan menjadi alasan penting dibalik meningkatnya jumlah kecelakaan yang ada di Indonesia.



Gambar 2. Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor dapat berdampak pada peningkatan risiko terjadinya kecelakaan. Di lain pihak, pemerintah sendiri sulit untuk melakukan pembatasan jumlah kendaraan bermotor yang ada. Pajak kendaraan bermotor merupakan salah satu pemasukan utama dari pemerintah sehingga pembatasan jumlah kendaraan bermotor menjadi opsi yang sulit untuk dilakukan (Embu, 2017). Pembatasan sendiri hanya akan menekan risiko terjadinya kecelakaan karena hanya jumlah kendaraan yang dibatasi, namun tidak menghilangkan faktor utama yang menyebabkan terjadinya kecelakaan. Kecelakaan akan terus ada selama faktor penyebab kecelakaan tersebut masih ada. Kondisi ini mengharuskan penyelesaian masalah menyangkut keamanan berkendara harus diarahkan langsung pada faktor-faktor utama yang menyebabkan terjadinya kecelakaan.

Haddon *et al.* (1964) dalam Shalom Hakkert dan Gitelman (2014) menyebutkan bahwa ada tiga hal utama yang dapat diperbaiki untuk menghindari terjadinya kecelakaan, yaitu manusia, kendaraan dan elemen dari infrastruktur jalan. Faktor jalan dapat diperbaiki dengan pembangunan infrastruktur jalan yang sesuai dengan standar keselamatan. Perbaikan sistem keselamatan juga telah banyak dilakukan pada kendaraan, seperti adanya *airbag* bahkan penggunaan sensor untuk menghindari kecelakaan. Namun perbaikan yang mengarah pada aspek manusia, terutama menyangkut perilaku berkendara adalah hal yang sulit dilakukan. Hal tersebut terbukti dengan pelanggaran lalu lintas yang masih selalu terjadi walaupun telah terdapat aturan, rambu lalu lintas dan bahkan sanksi. Kondisi tersebut menjadikan penting untuk melakukan penelitian menyangkut aspek manusia dalam *road safety* agar dapat diperoleh pendekatan yang lebih baik, sehingga nantinya jumlah kecelakaan dapat ditekan.

Road safety menjadi bidang yang mulai menarik untuk dilihat dengan menggunakan pendekatan *data mining*. Perkembangan kapasitas dan kemampuan komputer mendorong peningkatan *database* menyangkut kecelakaan berkendara sehingga dibutuhkan pendekatan berbasis data seperti *data mining* dan *machine learning* (Shalom Hakkert dan Gitelman, 2014). Penelitian yang ada sekarang banyak membahas tentang *data mining* menyangkut simulasi kecelakaan berkendara (Zhao *et al.* (2010), Mei dan Thole (2008), Kuhlmann *et al.* (2005)), *data mining* untuk memprediksi kecelakaan pada jenis kendaraan tertentu (Prati *et al.* (2017), Zheng *et al.* (2018)), serta penelitian *data mining* untuk melihat kondisi infrastruktur jalan (Martin *et al.* (2014), Lopez *et al.* (2016), Silva *et al.* (2017)). Dari semua penelitian tersebut dapat terlihat bahwa penelitian mengenai *data mining* menyangkut *road safety* yang ada sekarang ini banyak berkaitan dengan aspek kendaraan dan infrastruktur jalan. Aspek manusia sebagai salah satu faktor penting dalam *road safety* belum mendapat banyak perhatian, padahal manusia tentu memegang kontrol yang besar dalam bidang *road safety*.

Penelitian yang dilakukan Treat *et al.* (1979) menunjukkan bahwa 90% kecelakaan di jalan disebabkan oleh faktor manusia. Pada tahun tersebut teknologi menyangkut kendaraan dan juga infrastruktur jalan tentu tidak sebaik yang ada sekarang, sehingga faktor kendaraan dan infrastruktur jalan seharusnya sangat mungkin menjadi faktor utama penyebab kecelakaan. Namun penelitian yang ada menunjukkan bahwa manusia tetap menjadi alasan dari banyak kecelakaan yang terjadi. Hal tersebut menunjukkan bahwa penting untuk melihat aspek manusia ketika melakukan penelitian berkaitan dengan *road safety*.

Wilde (1989) melalui teori *risk homeostasis* menyebutkan bahwa adaptasi perilaku manusia dalam berkendara dapat mempengaruhi terjadinya kecelakaan. Persepsi aman mengenai kondisi yang ada membuat seseorang cenderung kurang berhati-hati sehingga munculah perilaku berkendara yang tidak aman. Liao *et al.* (2012) dalam penelitiannya mengenai teknik dan aplikasi *data mining* menyatakan bahwa topik mengenai psikologi, *cognitive science* dan perilaku manusia dapat menjadi studi yang dilakukan di masa depan terkait *data*

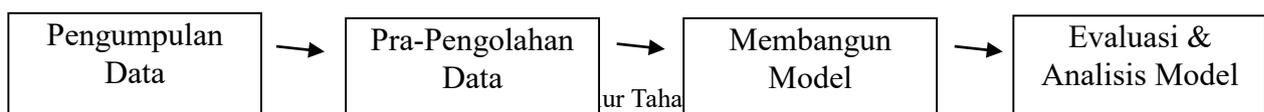
mining. Shalom Hakkert dan Gitelman (2014) secara khusus terkait penelitian untuk *road safety* menganjurkan untuk menjadikan indikator perilaku berkendara sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan. Melihat hasil penelitian-penelitian tersebut, terdapat satu aspek yang selalu muncul yaitu aspek perilaku manusia. Kemunculan aspek perilaku (berkendara) memperlihatkan bahwa aspek tersebut menjadi hal yang penting untuk dibahas dari aspek manusia berhubungan dengan penelitian *road safety* dengan pendekatan *data mining*.

Salah satu aspek perilaku berkendara yang banyak disorot menyangkut *road safety* adalah perilaku berkendara dengan kecepatan tinggi (*speeding*). Aspek kecepatan terkait dengan kegiatan berkendara dengan kecepatan di atas batas yang dianjurkan memiliki dampak yang signifikan pada keselamatan berkendara (Shalom Hakkert dan Gitelman, 2014). Kecepatan berkendara menurut Aarts dan Schagen (2006) tidak hanya berpengaruh pada tingkat keparahan dari kecelakaan, namun juga risiko untuk terlibat dalam suatu kecelakaan. WHO menyebutkan bahwa peningkatan kecepatan sebesar 1% dari kecepatan rata-rata dapat meningkatkan risiko kecelakaan yang fatal sebesar 4%. Melihat besarnya pengaruh aspek perilaku berkaitan dengan kecepatan terhadap terjadinya kecelakaan, maka penting untuk menjadikan penelitian yang dilakukan untuk tidak hanya fokus mengenai kecelakaan saja tetapi juga kemungkinan terjadinya *speeding*. Hal tersebut tentu mendorong dilakukannya penelitian lebih jauh untuk mengetahui kondisi dan aspek-aspek apa saja yang dapat mendorong terjadinya perilaku *speeding*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode *data mining*. *Data mining* adalah bagian terpenting dari proses *knowledge discovery in data* (KDD). Zhang *et al.* (2018) menyebutkan bahwa *data mining* adalah *key step* dari *knowledge discovery* dan *knowledge discovery* sendiri adalah usaha untuk mendapatkan informasi serta pengetahuan dari suatu *database*. KDD merupakan proses untuk mengidentifikasi pola dari data yang dianggap valid, baru, bermanfaat serta mudah untuk dipahami (Fayyad *et al.*, 1996). Dalam KDD terdapat lima proses utama agar data dapat diproses sampai menghasilkan pengetahuan (*knowledge*). Salah satu tahap tersebut adalah *data mining*, dimana proses *data mining* ini adalah proses untuk menemukan pola-pola yang menarik serta pengetahuan-pengetahuan dari kumpulan data (Han *et al.*, 2012). Hal tersebut menunjukkan mengapa *data mining* menjadi tahap yang sangat penting, dimana tugas utama dari KDD dilakukan pada tahap *data mining* ini. Apa yang dilakukan pada tahap *data mining* ini dapat menjadi sangat berguna ketika dihadapkan pada kondisi menyangkut bertambahnya ukuran data terkait *road safety*. Data-data *road safety* yang ada nantinya tidak hanya menjadi sebuah data, namun dapat diolah menggunakan *data mining* untuk menemukan pola-pola yang menarik serta memberikan pengetahuan untuk membantu perbaikan dalam *road safety*.

Metode *data mining* yang akan digunakan adalah metode *decision tree*. Han *et al.* (2012) menjelaskan *Decision tree* sebagai struktur diagram alir yang berbentuk seperti pohon, dimana setiap *internal node* menggambarkan tes yang dilakukan pada atribut, setiap cabang menggambarkan hasil dari tes yang dilakukan, dan setiap *leaf node* menggambarkan label dari kelas yang dicari (*target*). Metode *decision tree* dipilih karena memiliki kemampuan klasifikasi yang baik. Klasifikasi adalah suatu proses untuk menemukan model (atau fungsi) yang dapat menggambarkan atau membedakan kelas-kelas data (Han *et al.*, 2012). Pendekatan *decision tree* ini diharapkan mampu membantu dalam membuat model untuk melakukan klasifikasi kelas pengendara dengan tingkat kecenderungan perilaku *speeding* yang tinggi dan rendah. Selain klasifikasi, penelitian ini juga melakukan analisis terhadap kemunculan perilaku *speeding*. Analisis ini dapat dilakukan dengan melihat bagaimana pola yang muncul pada data ketika tingkat *speeding* tinggi atau rendah. Penemuan pola tersebut nantinya dapat membantu mencari tahu variabel apa saja yang berhubungan dengan terjadinya perilaku *speeding* dan bagaimana mengatasinya. *Decision tree* dapat membantu proses analisis ini karena metode ini melakukan analisis data secara *white box* sehingga dapat menampilkan struktur algoritma dari analisis *data mining* yang dilakukan (Delibasic *et al.*, 2012). Metode *decision tree* yang dipilih menggunakan algoritma *classification and regression tree* (CART). Algoritma CART menggunakan *gini index*, di mana *gini index* ini menunjukkan nilai *impurity* dari suatu variabel. Semakin tinggi *gini index* maka semakin tinggi pula nilai *impurity* variabel tersebut, sehingga variabel tersebut tidak baik digunakan dalam proses klasifikasi.



Proses membangun model *decision tree* dibagi dalam empat tahap utama seperti terlihat pada Gambar 3. Tahap pengumpulan data merupakan tahap dimana data terkait *road safety* yang dibutuhkan akan dikumpulkan. Tahap pra-pengolahan data merupakan tahap dimana data akan dibersihkan untuk menghindari *outlier* dan diperoleh data serta atribut-atribut yang benar-benar dibutuhkan. Model *decision tree* kemudian dapat mulai dibangun ketika data yang akan digunakan telah siap. Tahap membangun model merupakan tahap model *decision tree* dibangun dengan menggunakan algoritma CART. Model *decision tree* yang dibangun kemudian akan dievaluasi performansinya untuk melihat sebaik apa akurasi dari model. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan berbagai kombinasi data sehingga dapat diperoleh model *decision tree* terbaik. Model *decision tree* dengan

performansi terbaik tersebut kemudian akan dianalisis untuk melihat informasi apa yang didapat dari pola data yang ditemukan. Informasi ini dapat menjadi gambaran tentang bagaimana kondisi yang ada selama ini terkait munculnya perilaku *speeding*. Informasi tersebut tentu nantinya dapat digunakan untuk membantu dalam mengambil keputusan untuk mencegah munculnya perilaku *speeding* dan juga kecelakaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data menjadi tahap pertama yang dibutuhkan dalam melakukan analisis dan klasifikasi perilaku *speeding*. Pengumpulan data pertama-tama dapat dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari database terkait yang mungkin untuk diakses. Namun jika database tersebut tidak tersedia maka pengumpulan dapat dilakukan melalui eksperimen. Eksperimen juga dapat membantu untuk melihat hasil yang ingin diketahui dengan berbagai variabel prediktor, karena ada variabel-variabel yang dapat dikontrol saat melakukan eksperimen. Hal tersebut akan membantu untuk melihat semua pola kondisi yang ada dalam berkendara dan bagaimana efeknya terkait perilaku *speeding*. Salah satu pendekatan eksperimen terkait *road safety* yang banyak digunakan adalah melalui driving simulator. Penggunaan *driving simulator* untuk mengumpulkan data terkait perilaku berkendara sendiri telah dilakukan oleh Imamura *et al.* (2008) dan menurut Zou *et al.* (2018) penggunaan *driving simulator* ini ke depan akan semakin banyak diaplikasikan pada penelitian terkait *road safety*. Penggunaan driving simulator ini akan sangat membantu dalam eksperimen karena dapat mengumpulkan data secara real-time sehingga tidak ada yang terlewat saat berkendara. Selain itu eksperimen menggunakan driving simulator juga jauh lebih aman jika dibandingkan dengan melakukan kegiatan berkendara yang sebenarnya sehingga dapat menghilangkan faktor risiko yang ada.

Kemunculan dari *speeding* yang berkaitan dengan *road safety* dapat dilihat dengan menggunakan pendekatan *data mining*, namun pendekatan ini membutuhkan variabel tertentu. Variabel-variabel ini yang akan menjadi dasar untuk melihat kemungkinan terjadinya *speeding* yang dilakukan oleh pengemudi. Variabel yang digunakan harus berhubungan dengan faktor manusia, karena yang ingin dilihat adalah aspek manusia dalam *road safety*. Namun penelitian *data mining* untuk *road safety* dengan melihat aspek manusia adalah hal yang belum banyak dibahas, sehingga perlu dilihat penelitian *data mining* pada bidang *safety* lain untuk melihat pendekatan variabel manusia yang digunakan. Rivas *et al.* (2011), Cheng *et al.* (2012), Nenonen (2013) dan Sanmiquel *et al.* (2015) telah melakukan penelitian terkait *safety* dengan pendekatan *data mining*. Penelitian yang dilakukan berkaitan dengan kecelakaan kerja sehingga menggunakan variabel-variabel yang berhubungan dengan manusia. Secara umum variabel manusia yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut berkaitan dengan tiga hal yaitu data pribadi pekerja (umur, jenis kelamin dan lain-lain), data pekerja berkaitan dengan aktivitas yang dilakukan (lama bekerja, status kontrak dan lain-lain), serta kondisi saat bekerja (waktu kerja, tempat kerja dan lain-lain). Ketiga variabel tersebut dapat diaplikasikan pula untuk penelitian *road safety* dengan pendekatan *data mining*, misalnya pengambilan data umur dan jenis kelamin pengemudi, lalu frekuensi berkendara, waktu berkendara, cuaca berkendara dan lain-lain.

Selain menggunakan variabel-variabel yang pernah ada pada penelitian sebelumnya, penelitian ini juga melihat variabel lain yang berhubungan erat dengan aspek manusia. Salah satu variabel yang penting untuk dilihat berkaitan dengan manusia adalah ergonomi. Hignett *et al.* (2015) mengungkapkan bahwa 60 tahun belakangan ini hanya ada sedikit penelitian untuk mengurangi faktor risiko dengan menggunakan pendekatan ergonomi. Namun dengan perkembangan teknologi saat ini sangat mungkin untuk menjadikan ergonomi sebagai bagian dari penelitian. Ergonomi kognitif yang sulit dianalisis secara fisik dapat dilihat menggunakan teknologi yang ada sekarang ini. Teknologi yang ada memungkinkan kita untuk merekam kondisi mental seseorang secara *real time*. Kemampuan untuk merekam kondisi mental ini menjadikan ergonomi sebagai aspek yang menarik untuk diteliti salah satunya dengan pendekatan analisis data (Ouyang *et al.*, 2018). Variabel-variabel yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya juga lebih mengarah pada variabel fisik, sehingga ergonomi kognitif dapat membuka ruang baru untuk memperluas penelitian yang dilakukan. Variabel yang digunakan tidak lagi terbatas pada variabel fisik saja, tetapi juga variabel kognitif seseorang ketika berkendara. Hal ini juga didukung oleh penelitian Liao *et al.* (2012) yang menyebutkan bahwa *cognitive science* dapat menjadi studi terkait penelitian *data mining* di masa depan.

Kondisi pengemudi juga menjadi hal yang penting untuk ditentukan dalam penelitian menyangkut *road safety*. Banyak penelitian yang memberikan batasan kondisi tertentu untuk pengemudi yang hendak diteliti. Kondisi yang banyak muncul pada penelitian yang dilakukan adalah kondisi mengantuk (Otmami *et al.* (2005), Perrier *et al.* (2016)) atau di bawah pengaruh alkohol (Portman *et al.* (2013), Li *et al.* (2015)) karena banyak kecelakaan yang terjadi pada kondisi tersebut. Lalu bagaimana dengan orang yang berkendara dalam kondisi normal (tidak mengantuk, mabuk, sehat secara fisik, berkendara pada waktu normal)? Bagaimana jika ternyata orang yang berkendara dalam kondisi normal juga memiliki kecenderungan untuk mengalami kecelakaan atau memiliki perilaku yang berbahaya dalam berkendara sama seperti dua kondisi sebelumnya. Jika melihat teori *risk homeostasis* (Wilde, 1989) dapat diketahui bahwa orang yang merasa aman akan cenderung kurang berhati-hati dalam berkendara. Kondisi ini akan menjadi sangat berbahaya ketika seseorang merasa ia berada pada kondisi yang baik untuk berkendara, padahal sebenarnya ia memiliki kecenderungan untuk mengalami kecelakaan atau

berkendara dengan tidak hati-hati (perilaku berkendara yang buruk). Apalagi secara umum orang-orang akan lebih sering berkendara dalam kondisi yang normal, sehingga risiko ini akan lebih sering muncul. Itulah mengapa penelitian ini memilih kondisi pengendara dalam kondisi normal, sehingga dapat diketahui ada tidaknya kecenderungan yang buruk dalam berkendara dan jika ada, dapat diketahui pola kondisi seperti apa yang menyebabkan kecenderungan tersebut muncul.

4. KESIMPULAN

Seluruh penjelasan sebelumnya terkait kajian awal analisis dan perilaku *speeding* menunjukkan bahwa penelitian ini sangat mungkin untuk dilakukan. Selain itu masalah terkait *road safety* yang ada sekarang ini juga memperlihatkan adanya kebutuhan untuk melakukan penelitian ini. Penelitian ini dapat membantu menjawab aspek apa saja yang dapat mempengaruhi terjadinya *speeding* sehingga dapat membantu dalam meningkatkan keamanan dan kenyamanan berkendara. Penelitian ini juga nantinya dapat terus dikembangkan. Perkembangan mobil listrik dan *self-driving car* tentu akan mendorong semakin banyak data yang dapat dikumpulkan terkait *road safety*. Metode *data mining* sendiri memiliki kesamaan dengan *machine learning* yang merupakan bagian dari *artificial intelligence*. Kondisi-kondisi tersebut memungkinkan adanya pengembangan dari penelitian ini terkait data dan metode pengolahan data yang digunakan. Database yang lebih besar dan metode analisis data yang lebih beragam tentu dapat memperluas jangkauan penelitian yang dilakukan, sehingga tidak terbatas pada *speeding* saja. Usaha tersebut telah dimulai pada penelitian ini dengan melihat bagaimana kumpulan data yang ada dapat diolah sehingga memberikan informasi untuk membantu pengambilan keputusan terkait *road safety*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aarts, L., & Van Schagen, I. (2006). Driving Speed and The Risk of Road Crashes: A Review. *Accident Analysis and Prevention*, 38(2), 215–224.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi yang Diderita Tahun 1992-2018*. Diakses 28 Januari 2021, dari <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1134>.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2018*. Diakses 28 Januari 2021, dari <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>.
- Cheng, C. W., Leu, S. Sen, Cheng, Y. M., Wu, T. C., & Lin, C. C. (2012). Applying Data Mining Techniques to Explore Factors Contributing to Occupational Injuries in Taiwan's Construction Industry. *Accident Analysis and Prevention*, 48, 214–222.
- Delibašić, B., Vukićević, M., Jovanović, M., & Suknović, M. (2013). White-Box or Black-Box Decision Tree Algorithms: Which to Use in Education? *IEEE Transactions on Education*, 56(3), 287–291.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. *AI Magazine*, 17(3), 37–54.
- Han, Jiawei, Micheline Kamber, J. P. (2012). *Data Mining Concept & Technique*.
- Hignett, S., Wolf, L., Taylor, E., & Griffiths, P. (2015). Firefighting to Innovation: Using Human Factors and Ergonomics to Tackle Slip, Trip, and Fall Risks in Hospitals. *Human Factors*, 57(7), 1195–1207.
- Imamura, T., Yamashita, H., Zhang, Z., Othman, R. Bin, & Miyake, T. (2008). A Study of Classification for Driver Conditions Using Driving Behaviors. *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 1506–1511.
- Jennifer Kent. (2014). *To Get Out People of Cars We Need to Know Why They Drive*. Diakses 27 Januari 2021, dari <https://theconversation.com/to-get-people-out-of-cars-we-need-to-know-why-they-drive-27279>.
- Kuhlmann, A., Vetter, R.-M., Luebbing, C., & Thole, C. A. (2005). Data Mining on Crash Simulation Data, 558–569.
- Liao, S. H., Chu, P. H., & Hsiao, P. Y. (2012). Data Mining Techniques and Applications - A Decade Review From 2000 to 2011. *Expert Systems with Applications*, 39(12), 11303–11311.
- Li, Z., Jin, X., & Zhao, X. (2015). Drunk Driving Detection Based on Classification of Multivariate Time Series. *Journal of Safety Research*, 54, 61–67.
- López, G., Baena, L., Garach, L., & De Oña, J. (2016). Tool to Manage Road Safety Deficiencies and Risk of Highway Crashes. *Transportation Research Procedia*, 18, 272–280.
- Machus. (2015). Potensi dan Reduksi Kecelakaan Lalu Lintas pada Persimpangan Jalan di Surabaya. *Seminar Nasional Teknik Sipil 2015*.
- Martín, L., Baena, L., Garach, L., López, G., & de Oña, J. (2014). Using Data Mining Techniques to *Road safety* Improvement in Spanish Roads. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 160, 607–614.
- Mei, L., & Thole, C. A. (2008). Data Analysis for Parallel Car-Crash Simulation Results and Model Optimization. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 16(3), 329–337.
- Nononen, N. (2013). Analysing Factors Related to Slipping, Stumbling, and Falling Accidents at Work: Application of Data Mining Methods to Finnish Occupational Accidents and Diseases Statistics Database. *Applied Ergonomics*, 44(2), 215–224.

- Otmani, S., Pebayle, T., Roge, J., & Muzet, A. (2005). Effect of Driving Duration and Partial Sleep Deprivation on Subsequent Alertness and Performance of Car Drivers. *Physiology and Behavior*, 84(5), 715–724.
- Ouyang, Q., Wu, C., & Huang, L. (2018). Methodologies, Principles and Prospects of Applying Big Data in Safety Science Research. *Safety Science*, 101, 60–71.
- Perrier, J., Jongen, S., Vuurman, E., Bocca, M. L., Ramaekers, J. G., & Vermeeren, A. (2016). Driving Performance and EEG Fluctuations During On-The-Road Driving Following Sleep Deprivation. *Biological Psychology*, 121, 1–11.
- Portman, M., Penttilä, A., Haukka, J., Rajalin, S., Eriksson, C. J. P., Gunnar, T., Kuoppasalmi, K. (2013). Profile of A Drunk Driver and Risk Factors for Drunk Driving. Findings in Roadside Testing In The Province Of Uusimaa In Finland 1990-2008. *Forensic Science International*, 231(1–3), 20–27.
- Prati, G., Pietrantonio, L., & Fraboni, F. (2017). Using Data mining Techniques to Predict The Severity of Bicycle Crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 101, 44–54.
- Rivas, T., Paz, M., Martín, J. E., Matías, J. M., García, J. F., & Taboada, J. (2011). Explaining and Predicting Workplace Accidents Using Data-Mining Techniques. *Reliability Engineering and System Safety*, 96(7), 739–747.
- Sanmiquel, L., Rossell, J. M., & Vintró, C. (2015). Study of Spanish Mining Accidents Using Data Mining Techniques. *Safety Science*, 75, 49–55.
- Shalom Hakkert, A., & Gitelman, V. (2014). Thinking About The History of Road safety Research: Past Achievements and Future Challenges. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 25, 137–149.
- Silva, N., Soares, J., Shah, V., Santos, M. Y., & Rodrigues, H. (2017). Anomaly Detection in Roads with a Data Mining Approach. *Procedia Computer Science*, 121, 415–422.
- Treat, J. R., McDonald, N. S., Shinar, D., Hume, R. D., Mayer, R. E., Stansifer, R. L., & Castellan, N. J. (1979). Tri-Level Study of The Causes of Traffic Accidents. *Vol. I: Causal Factor Tabulations and Assessment*.
- Wilde, G. J. S. (1989). Accident Countermeasures and Behavioural Compensation: The Position of Risk Homeostasis Theory. *Journal of Occupational Accidents*, 10(4), 267–292.
- Wilfridus Setu Embu. (2017). *Ini Alasan Pemerintah DKI Tak Bisa Kurangi Jumlah Kendaraan Bermotor*. Diakses 27 Januari 2021, dari <https://www.merdeka.com/uang/ini-alasan-pemprov-dki-tak-bisa-kurangi-jumlah-kendaraan-bermotor.html>.
- World Health Organization. (2018). *Global Health Observatory Data Repository*. Diakses pada 28 Januari 2021, dari <http://apps.who.int/gho/data/node.main.A996?lang=en>.
- World Health Organization. (2018). *Road Traffic Injuries*. Diakses 28 Januari 2021, dari <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
- World Health Organization. (2018). *The Top 10 Causes of Death*. Diakses 28 Januari 2021, dari <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
- Zhang, J., Williams, S. O., & Wang, H. (2017). Sustainable Computing: Informatics and Systems Mining Algorithms. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 20, 192–202.
- Zhao, Z., Jin, X., Cao, Y., & Wang, J. (2010). Data Mining Application on Crash Simulation Data of Occupant Restraint System. *Expert Systems with Applications*, 37(8), 5788–5794
- Zheng, Z., Lu, P., & Lantz, B. (2018). Commercial Truck Crash Injury Severity Analysis Using Gradient Boosting Data Mining Model. *Journal of Safety Research*, 65, 115–124.
- Zou, X., Yue, W. L., & Vu, H. Le. (2018). Visualization and Analysis of Mapping Knowledge Domain of Road Safety Studies. *Accident Analysis and Prevention*, 118, 131–145.