

BAB 1 USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah dan Kebutuhan

Industri rental kendaraan memainkan peran penting dalam mobilitas dan transportasi, terutama bagi mereka yang membutuhkan kendaraan untuk keperluan sementara. Di Indonesia, para pengusaha rental kendaraan menghadapi tantangan signifikan dalam memantau dan mengelola armada mereka secara efisien dan aman. Berdasarkan wawancara dengan beberapa pengusaha rental kendaraan di Bandung, teknologi *Global Positioning System* (GPS) *tracker* seperti Concox GT06N telah menjadi solusi yang umum digunakan dalam industri ini, namun mereka mengidentifikasi kebutuhan akan solusi pelacakan yang lebih terintegrasi, hemat biaya, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik bisnis rental mereka[1].

GPS *tracker* yang umum digunakan saat ini memiliki fitur-fitur dasar seperti pemantauan posisi kendaraan melalui antarmuka *web*, penampilan kecepatan kendaraan, riwayat rute perjalanan, serta status kendaraan yang sedang diam atau bergerak. Meskipun perangkat-perangkat ini telah memberikan solusi dasar untuk pelacakan kendaraan, penggunaannya menghadapi beberapa keterbatasan yang signifikan. Sebagian besar sistem masih menggunakan teknologi 2G GSM yang semakin usang, mengingat penyedia jaringan di Indonesia secara bertahap mengurangi cakupan 2G untuk fokus pada pengembangan infrastruktur 4G dan 5G, menciptakan kebutuhan akan modernisasi teknologi komunikasi untuk memastikan keberlanjutan operasional[2].

Struktur biaya operasional GPS *tracker* komersial menimbulkan beban keuangan yang cukup berat bagi pengusaha rental kendaraan karena adanya biaya berlangganan yang harus dibayar setiap tahun. Biaya ini terdiri dari biaya akses platform pemantauan sebesar Rp200.000 per tahun (sekitar Rp16.700 per bulan) dan biaya kuota data sebesar Rp550.000 per tahun, sehingga total biaya operasional mencapai Rp750.000 per tahun untuk setiap unit tracker. Ditambah dengan harga pembelian perangkat Concox GT06N sebesar Rp495.000, maka investasi untuk satu unit kendaraan di tahun pertama mencapai Rp1.245.000, dan pengusaha harus mengeluarkan Rp750.000 setiap tahunnya untuk biaya operasional. Bagi pengusaha yang memiliki banyak kendaraan, biaya ini tentunya menjadi beban yang sangat besar. Selain masalah biaya, sistem tracker komersial yang bersifat tertutup (*proprietary*) juga membatasi kemampuan pengusaha untuk menyesuaikan fitur sesuai kebutuhan bisnis mereka. Akibatnya, pengusaha harus menyesuaikan cara kerja mereka dengan keterbatasan sistem

yang ada, bukan sebaliknya. Platform web yang disediakan juga umumnya dirancang untuk keperluan umum manajemen armada dan sering kali terlalu rumit atau kurang sesuai dengan kebutuhan khusus bisnis rental kendaraan[3].

Antarmuka yang tersedia pada sistem *tracker* komersial kurang ramah untuk perangkat *mobile*, padahal pengusaha rental membutuhkan akses *mobile* yang mudah untuk pemantauan waktu nyata saat mereka berada di lapangan. Sistem *tracker* komersial juga memiliki keterbatasan dalam kemampuan penyesuaian untuk optimasi bisnis. Sebagai sistem *proprietary*, fleksibilitas untuk penyesuaian dan integrasi dengan sistem bisnis lainnya sangat terbatas, sementara pengusaha rental membutuhkan kemampuan untuk mengadaptasi sistem sesuai dengan kebutuhan bisnis spesifik mereka[4].

Berdasarkan analisis kebutuhan di lapangan, terdapat permintaan untuk pengembangan sistem pelacakan kendaraan yang dapat mengatasi keterbatasan solusi komersial yang ada saat ini. Solusi yang dibutuhkan harus hemat biaya untuk jangka panjang dengan penghapusan biaya berlangganan bulanan setelah investasi awal perangkat keras, dapat disesuaikan dan diperluas sesuai dengan kebutuhan spesifik bisnis rental, serta memiliki antarmuka yang mudah digunakan yang dirancang khusus untuk kemudahan penggunaan oleh pengusaha rental dengan akses *mobile* yang kuat tanpa memerlukan keahlian teknis yang mendalam.

Tantangan ini memerlukan pendekatan *complex engineering* yang mengintegrasikan berbagai teknologi dan disiplin ilmu untuk menciptakan solusi yang komprehensif. *Complex engineering* dalam konteks ini melibatkan integrasi sistem perangkat keras dengan arsitektur perangkat lunak, implementasi algoritma lanjutan untuk pemrosesan data, serta desain sistem yang dapat diperluas dan beroperasi dengan berbagai *platform* dan protokol. Pendekatan *complex engineering* juga mencakup optimasi kinerja sistem secara menyeluruh dengan mempertimbangkan batasan teknis, ekonomis, dan operasional yang ada dalam industri rental kendaraan, sehingga diperlukan pengembangan solusi yang inovatif dan terintegrasi untuk menjawab kebutuhan kompleks tersebut[5].

1.2 Analisa Masalah

Masalah utama yang dianalisis dalam proyek Sistem Aset Posisi Kendaraan Secara *Real-Time* Berbasis *Cloud* dan *Internet of Things* ini adalah keterbatasan yang dihadapi oleh sistem GPS *tracker* komersial yang saat ini digunakan oleh pengusaha rental kendaraan. Berdasarkan analisis terhadap sistem yang sudah ada seperti Concox GT06N dan wawancara dengan pengusaha rental di Bandung, teridentifikasi beberapa masalah krusial meliputi

ketergantungan pada teknologi 2G GSM yang semakin usang, struktur biaya berlangganan yang memberatkan, keterbatasan fleksibilitas sistem *proprietary*, dan antarmuka yang kurang optimal untuk akses *mobile*. Meskipun GPS *tracker* telah menjadi alat penting dalam memantau dan mengelola armada kendaraan, berbagai masalah teknis dan operasional pada solusi komersial masih sering terjadi. Oleh karena itu, pada sub-bab 1.2 ini, analisa masalah akan menjabarkan beberapa aspek yang terkait dengan keterbatasan solusi yang ada tersebut.

1.2.1. Aspek Teknis

Dalam analisis sistem GPS *tracker* komersial yang ada saat ini, aspek teknis yang paling krusial adalah ketergantungan pada teknologi komunikasi yang sudah usang. Sebagian besar sistem GPS *tracker* komersial seperti Concox GT06N dan produk sejenis masih menggunakan teknologi 2G GSM sebagai *backbone* komunikasi data, padahal teknologi ini telah dianggap ketinggalan zaman dalam industri telekomunikasi modern[6].

Penggunaan teknologi 2G GSM menciptakan beberapa masalah teknis yang signifikan. Pertama, kecepatan transfer data yang sangat lambat (maksimal 114 kbps) menyebabkan keterlambatan dalam transmisi informasi lokasi dan telemetri kendaraan ke *server* pemantauan. Kedua, penyedia jaringan di Indonesia seperti Telkomsel, Indosat, dan XL Axiata secara bertahap mengurangi cakupan jaringan 2G untuk mengalokasikan spektrum frekuensi pada teknologi 4G LTE dan 5G yang lebih efisien[7]. Ketiga, ketersediaan kartu SIM dengan paket data khusus 2G semakin sulit ditemukan di pasaran, karena operator seluler lebih fokus pada penawaran paket data 4G dan 5G yang lebih menguntungkan secara komersial. Hal ini menciptakan kerentanan operasional dimana perangkat GPS *tracker* dapat kehilangan konektivitas di area-area tertentu yang sudah tidak lagi didukung jaringan 2G, sekaligus menimbulkan kesulitan dalam memperoleh layanan data yang kompatibel dengan teknologi lama tersebut.

1.2.2 Aspek Ekonomi

Dari sisi ekonomi, struktur biaya GPS *tracker* komersial yang ada saat ini menciptakan beban finansial berkelanjutan yang signifikan bagi pengusaha rental kendaraan. Biaya operasional tahunan yang harus ditanggung meliputi biaya akses *platform* pemantauan sebesar Rp200.000 per tahun dan biaya kuota data sebesar Rp550.000 per tahun, sehingga total mencapai Rp750.000 per tahun untuk setiap unit *tracker*. Ditambah dengan investasi awal pembelian perangkat Concox GT06N seharga Rp.495.000, maka biaya total di tahun pertama mencapai Rp1.245.000 per unit kendaraan. Meskipun *platform* pemantauan dapat

digunakan untuk memantau beberapa unit kendaraan sekaligus, biaya kuota data tetap diperlukan untuk setiap unit *tracker*, sehingga untuk pengusaha rental dengan armada skala menengah ke atas, beban operasional ini menjadi sangat besar[10].

Aspek ekonomi ini juga berkaitan dengan keterbatasan sistem *proprietary* yang mengharuskan pengusaha rental untuk bergantung sepenuhnya pada penyedia layanan tanpa memiliki kontrol atas struktur biaya dan kebijakan *pricing*. Model bisnis berlangganan tahunan ini menciptakan ketergantungan finansial berkelanjutan dimana pengusaha harus melakukan perpanjangan secara berkala untuk mempertahankan akses ke *platform* pemantauan dan memastikan ketersediaan kuota data. Ketergantungan ini menjadi lebih problematik karena pengusaha tidak memiliki alternatif untuk beralih ke *platform* lain tanpa mengganti seluruh sistem *hardware*, mengingat sifat *proprietary* dari sistem yang sudah ada. Selain itu, ketergantungan pada teknologi 2G GSM yang semakin usang berpotensi memerlukan upgrade sistem yang membutuhkan investasi tambahan dalam waktu dekat, termasuk penggantian perangkat keras secara keseluruhan[11].

1.2.3. Aspek Keamanan

Dalam hal keamanan, sistem GPS *tracker* komersial yang ada saat ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan oleh pengusaha rental kendaraan. Meskipun sistem dapat memantau posisi dan status kendaraan secara *real-time*, ketergantungan pada teknologi 2G GSM yang semakin usang menimbulkan kerentanan terhadap gangguan jaringan dan berpotensi menciptakan celah keamanan komunikasi data. Teknologi 2G GSM memiliki protokol enkripsi yang lebih lemah dibandingkan teknologi 4G LTE modern, sehingga data transmisi lokasi kendaraan berpotensi lebih mudah disadap atau dimanipulasi[12].

Keterbatasan teknologi 2G GSM juga berdampak pada stabilitas konektivitas yang berpengaruh terhadap keamanan operasional. Pengurangan cakupan jaringan 2G oleh operator seluler di Indonesia menciptakan area-area dengan sinyal lemah atau bahkan tidak ada *coverage* sama sekali, yang dapat menyebabkan hilangnya *tracking* pada periode tertentu. Kondisi ini berpotensi dimanfaatkan untuk tindakan yang merugikan seperti pencurian atau penyalahgunaan kendaraan[13].

Selain itu, kecepatan transfer data yang lambat pada teknologi 2G GSM juga mempengaruhi responsivitas sistem keamanan. Keterlambatan dalam transmisi data lokasi dan status kendaraan dapat menyebabkan *delay* dalam deteksi anomali atau situasi darurat, sehingga respons terhadap insiden keamanan menjadi tidak optimal. Hal ini menjadi lebih

kritis mengingat kebutuhan monitoring real-time yang sangat penting dalam bisnis rental kendaraan[14].

1.2.4. Aspek Kemudahan Penggunaan

Dalam aspek kemudahan penggunaan, sistem GPS *tracker* komersial yang ada saat ini menunjukkan beberapa keterbatasan yang mempengaruhi pengalaman pengguna, khususnya pengusaha rental kendaraan yang berasal dari latar belakang teknologi yang berbeda-beda. Platform antarmuka *website* yang disediakan oleh sistem yang ada seperti Concox GT06N umumnya dirancang untuk manajemen armada umum dan seringkali terlalu kompleks atau kurang relevan untuk kebutuhan spesifik rental kendaraan. Pengusaha rental seringkali mengalami kesulitan dalam mengoperasikan sistem yang tidak dirancang secara intuitif dan memerlukan pembelajaran teknis yang mendalam[15].

Antarmuka yang tersedia pada sistem *tracker* komersial juga kurang ramah untuk perangkat *mobile*, padahal pengusaha rental membutuhkan akses *mobile* yang mudah untuk pemantauan waktu nyata saat mereka berada di lapangan. Sebagian besar sistem yang ada masih mengandalkan antarmuka *web desktop* yang tidak responsif atau aplikasi *mobile* yang terbatas fungsionalitasnya. Hal ini menyulitkan pengusaha rental untuk melakukan monitoring dan kontrol kendaraan secara efektif ketika mereka tidak berada di depan komputer[16].

Sebagai sistem *proprietary*, fleksibilitas untuk penyesuaian antarmuka dan fitur sesuai dengan alur kerja spesifik bisnis rental sangat terbatas. Pengusaha harus menyesuaikan cara kerja mereka dengan keterbatasan yang ditetapkan oleh sistem, bukan sebaliknya. Keterbatasan dalam *customization* fitur seperti pengaturan notifikasi, *dashboard* yang disesuaikan, serta kontrol yang mudah dipahami menjadi hambatan dalam optimalisasi penggunaan sistem untuk kebutuhan operasional rental kendaraan[17].

1.3 Analisa Solusi yang Ada

Solusi yang ada pada saat ini bagi pengusaha rental kendaraan dalam memantau armada mereka adalah dengan menggunakan GPS *tracker*. GPS *tracker* memungkinkan pengusaha untuk melacak lokasi kendaraan secara *real-time*, memantau kecepatan, dan melihat riwayat perjalanan. Namun, meskipun teknologi ini sudah cukup canggih, masih terdapat beberapa masalah teknis dan operasional yang sering terjadi. Oleh karena itu, pada sub-bab 1.3 ini, analisis solusi yang ada akan menjabarkan beberapa aspek yang terkait.

1.3.1 Solusi Berbasis Teknologi

Dalam upaya pemantauan dan pengelolaan armada kendaraan secara efektif, teknologi berperan kritis dalam industri rental kendaraan. Berbagai solusi teknologi telah dikembangkan untuk menjawab kebutuhan bisnis ini, di mana pemantauan *real-time* terhadap lokasi dan kondisi kendaraan menjadi sangat penting. Beberapa alat yang menjadi contoh dalam sistem monitoring ini adalah Concox GT06N dan Secumore.

a. Concox GT06N

Concox GT06N adalah perangkat pelacak kendaraan yang dirancang untuk memantau lokasi kendaraan secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang tinggi. Perangkat ini mendukung jaringan GSM/GPRS dan dilengkapi dengan antena GPS serta antena GSM internal, memungkinkan transmisi data posisi secara langsung ke *server* pemantauan. GT06N juga memiliki fitur kontrol jarak jauh seperti pemotongan daya listrik (*cut-off engine*), deteksi getaran, tombol darurat (SOS), serta pelaporan lokasi secara otomatis berdasarkan waktu atau jarak.[18]



Gambar 1.1 Alat GPS Concox GT06N

Alat GPS Concox GT06N juga memiliki input/output yang memperluas skenario penggunaan perangkat.

Fitur Utama:

- Pelacakan *Real-Time*: Melacak lokasi kendaraan secara *real-time* menggunakan teknologi SMS dan aplikasi *server* GPS *Tracking System*.
- Pemutusan Daya/Bahan Bakar Jarak Jauh: Menonaktifkan kendaraan dengan memutus sumber daya atau suplai bahan bakar melalui *relay* yang dipasang.

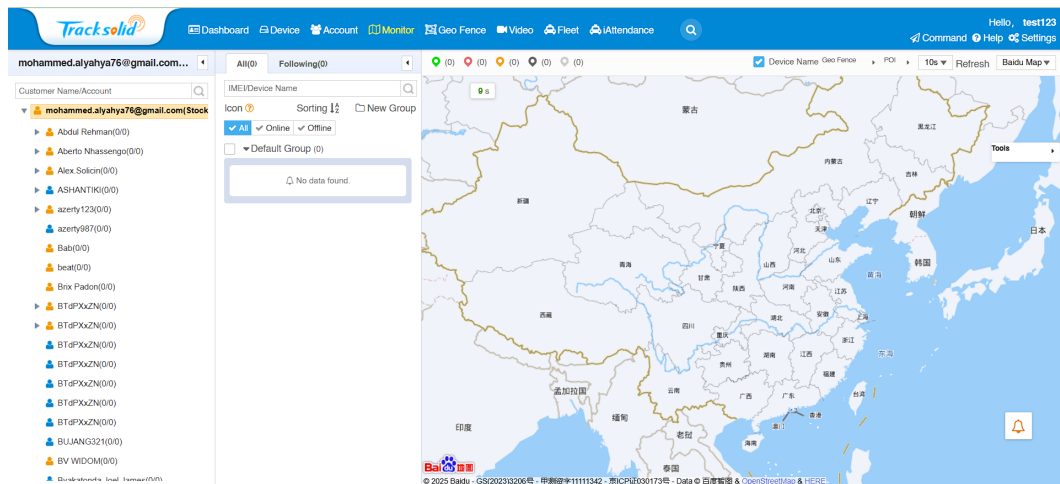
- Antarmuka Tambahan Tx/Rx: Menghubungkan ke aksesoris lain yang mendukung protokol yang sama untuk meningkatkan performa.
- Berbagai Notifikasi Otomatis: Memberikan peringatan instan terhadap kejadian tidak normal seperti getaran mencurigakan, baterai lemah, pemutusan daya, pelanggaran kecepatan, dan lainnya.
- Deteksi Pengapian: Mendeteksi status ACC/pengapian kendaraan secara terus-menerus.
- Mikrofon Eksternal untuk Pemantauan Suara: Kabel mikrofon yang diperpanjang memudahkan pemasangan mikrofon di dalam kabin.
- Tombol Darurat SOS: Menghubungi pusat kendali atau dukungan darurat dengan tombol SOS tersembunyi di dalam kabin.

Tabel 1.1 Spesifikasi Concox GT06N

Spesifikasi	Detail
Sistem Posisi	GPS + BDS + LBS
Akurasi Posisi	< 2,5 meter CEP
Sensitivitas Pelacakan	-165 dBm
Sensitivitas Akuisisi	-148 dBm
TTFF (<i>open sky</i>)	Rata-rata hot start $\leq$ 1 detik, cold start $\leq$ 32 detik
Jaringan Komunikasi	GSM
Frekuensi	Quad-band 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
Baterai	450 mAh / 3,7 V baterai Li-Polymer industri
Tegangan Masukan	9-36 VDC
Penyimpanan Data	32 + 32 Mb
Input Digital	ACC, SOS, Input Tambahan
Output Digital	Relay, Output
Dimensi	105,8 × 54,5 × 16,4 mm
Berat	96 g
Jangkauan Pemantauan Suara	$\leq$ 5 meter

Sensor	Akselerometer
Harga	Rp 450.000

Fitur dan Tampilan Aplikasi :



Gambar 1.2 Website Tracksolid GPS Tracker Concox GT06N

- Dashboard Utama: Menampilkan peta interaktif dengan kontrol zoom untuk melihat lokasi perangkat secara *real-time*. Panel kiri menunjukkan daftar akun dan perangkat beserta status *online/offline* mereka.
- Menu *Device*: Pusat manajemen perangkat GPS *tracker* yang memungkinkan pengguna menambah, mengedit, atau menghapus perangkat serta mengkonfigurasi pengaturan khusus untuk setiap *tracker*.
- Menu *Account*: Menyediakan pengaturan akun pengguna, informasi profil, notifikasi, dan konfigurasi hak akses untuk berbagai fitur dalam sistem.
- Menu Monitor: Memberikan pemantauan *real-time* kendaraan dengan informasi posisi, kecepatan, status mesin, dan data operasional lainnya secara berkelanjutan.
- Menu *Geofence*: Memungkinkan pembuatan zona geografis tertentu pada peta dengan notifikasi otomatis ketika kendaraan memasuki atau meninggalkan area yang ditentukan.
- Menu Video: Menyediakan integrasi dengan sistem kamera untuk melihat rekaman atau *streaming* video secara langsung guna meningkatkan pengawasan.

- Menu *Fleet*: Dirancang untuk manajemen armada skala besar dengan tools untuk mengorganisir dan mengelola multiple kendaraan secara efisien.
 - Menu *Attendance*: Fitur absensi untuk memantau kehadiran *driver* atau karyawan yang terintegrasi dengan sistem *tracking* untuk manajemen SDM.
- b. Secumore (GF10 *Finger GPS Tracker* dan Aplikasi SecumorePlus)

GF10 adalah perangkat pelacakan yang dibuat oleh secumore. Dengan kemampuan untuk bekerja dalam jaringan GSM/GPRS dan satelit GPS, perangkat GF10 dapat menemukan dan memantau target dari jarak jauh dan dimana saja. Dengan ukuran perangkat yang kecil, perangkat ini dapat dengan lebih mudah untuk disembunyikan [19].



Gambar 1.3 Alat GF10 Finger GPS Tracker

GF10 Finger memiliki input/output yang dapat memperluas skenario penggunaan perangkat:

- Input digital: bisa digunakan untuk menerima data digital dari satelit GPS, dan *geofencing*.
- Output digital: Perangkat memberikan data lokasi secara *real-time* dan juga memberikan data analitik perjalanan, serta notifikasi peringatan kepada pengguna,

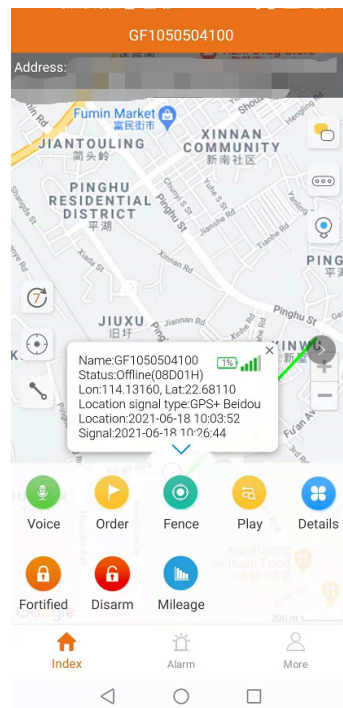
Spesifikasi Utama:

Tabel 1.2 Spesifikasi GF10 Finger GPS Tracker

Spesifikasi	Detail
Dimensi	44 x 24 x 19 mm
Teknologi	GSM,GPRS,GNSS
Metode Konfigurasi	SMS, <i>Platform Website</i> ,Aplikasi

Ketahanan Baterai	5 hingga 6 hari
Mode Tidur	Mode Tidur (Default), Fixed Mode
Skenario	Sedap/Rekam Suara, Penyimpanan titik lokasi GPS secara local, Geofence, Alarm.
Harga	Rp 535.000

Tampilan Dan Fitur Aplikasi :



Gambar 1.4 Aplikasi GPS Secumore

- Menu *Index* : Memungkinkan pengguna untuk melacak keberadaan kendaraan dan menggunakan Fitur-fitur yang tersedia. Fitur *Voice* berfungsi untuk mendengar atau menyadap suara pada kabin mobil. Fitur *Order* berfungsi untuk mengelola pemesanan atau perintah. Fitur *Geofence* memungkinkan pengguna untuk menetapkan batas wilayah secara *virtual*. fitur *play* memungkinkan pengguna untuk memutar kembali data historis dari lokasi atau rute perangkat yang dilacak. fitur *Details* berfungsi untuk memberikan informasi spesifik dan rinci mengenai perangkat yang sedang dilacak. Fitur *Fortified* dan Fitur *Disarm* memungkinkan pengguna untuk mematikan mesin kendaraan dan mengaktifkan kembali mesin kendaraan. Fitur *Mileage* memungkinkan pengguna untuk melihat jarak tempuh yang telah dilalui.
- Fitur Menu *Alarm* memungkinkan pengguna untuk mendapatkan notifikasi peringatan terkait keadaan kendaraan jika terdapat anomali yang terjadi seperti keluar dari area yang telah ditetapkan ataupun melaju melebihi batas kecepatan.
- Menu *More* terdiri dari berbagai fitur diantaranya yaitu *notification* dimana pengguna dapat menyalakan atau mematikan alarm peringatan, *modify the password* untuk mengubah *password* akun pengguna, dan *sign out* untuk keluar atau mengganti akun.

1.3.2 Solusi Berbasis Non-Teknologi

Selain solusi berbasis teknologi yang telah kita bahas, penting juga untuk mempertimbangkan pendekatan non-teknologis yang bisa memberikan dukungan dalam pengelolaan dan pemantauan armada kendaraan secara efektif. Dalam konteks ini, kerja sama komunitas dan penggunaan alat-alat manual seperti *logbook* dapat memberikan dimensi tambahan dalam upaya menjaga keamanan dan efisiensi operasional kendaraan.

a. Buser Rentcar Nasional (BRN)

BRN merupakan komunitas non profit yang terdiri dari pemilik dan pengelola rental kendaraan di berbagai wilayah Indonesia. Dengan adanya anggota di seluruh wilayah Indonesia, informasi tentang keberadaan kendaraan yang hilang atau disalahgunakan dapat disebarkan secara luas, sehingga setiap anggota BRN dapat melaporkan apabila keberadaan kendaraan telah ditemukan. Baru-baru ini, BRN membentuk tim untuk membantu mencari unit bermasalah secara gratis, yang melibatkan lebih dari 2.200 anggota. Kolaborasi antara anggota serta pemilik

kendaraan melalui komunikasi *real-time* dalam grup diskusi memungkinkan pertukaran informasi secara cepat, serta memungkinkan pemilik kendaraan untuk mendapatkan pembaruan lokasi kendaraan secara cepat. Selain itu, anggota BRN didorong untuk melakukan pemeriksaan latar belakang yang menyeluruh terhadap penyewa dan memanfaatkan pelacakan GPS untuk meningkatkan keamanan kendaraan [20].

b. *Logbook* Perjalanan Kendaraan

Logbook perjalanan kendaraan merupakan pembukuan dari sebuah kendaraan yang berisi beberapa informasi yang terperinci dan rutin mengenai perjalanan kendaraan. Informasi yang ada dapat berupa tanggal dan waktu keberangkatan, identitas pengemudi, tujuan serta rute perjalanan, *checkpoint* pemberhentian yang telah ditentukan, total jarak tempuh, serta keterangan atau catatan tambahan selama perjalanan. *Logbook* perjalanan kendaraan ini berfungsi sebagai dokumentasi perjalanan kendaraan yang dapat digunakan oleh pemilik kendaraan sebagai informasi dasar untuk memantau posisi serta pergerakan kendaraan.

1.4 Kesimpulan CD 1

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem GPS *tracker* komersial yang saat ini umum digunakan dalam industri rental kendaraan di Indonesia, seperti Concox GT06N, masih menghadapi berbagai keterbatasan dari segi teknis, ekonomi, keamanan, dan kemudahan penggunaan. Ketergantungan pada teknologi 2G GSM yang semakin usang, biaya berlangganan tahunan yang berkelanjutan, keterbatasan fleksibilitas sistem *proprietary*, serta antarmuka yang kurang ramah *mobile* menjadi hambatan utama bagi pengusaha rental dalam mengelola armadanya secara efisien dan aman.

Kebutuhan akan sistem pelacakan yang lebih fleksibel, hemat biaya, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan bisnis mendorong perlunya pengembangan solusi berbasis *Cloud* dan *Internet of Things* (IoT) yang lebih terbuka dan dapat dikustomisasi. Solusi ini diharapkan dapat mengeliminasi biaya langganan tahunan dengan memberikan kontrol penuh kepada pemilik rental kendaraan, serta menyediakan antarmuka yang lebih sederhana dan optimal untuk pengguna *mobile*.

Selain pendekatan teknologi, solusi non-teknologi seperti kolaborasi komunitas seperti BRN dan penggunaan *logbook* manual tetap memiliki peran dalam mendukung keamanan dan efisiensi operasional kendaraan. Namun, untuk menjawab tantangan secara menyeluruh, dibutuhkan pendekatan *complex engineering* yang mengintegrasikan perangkat keras, perangkat lunak, dan arsitektur sistem *cloud* yang fleksibel dan *scalable*.

Oleh karena itu, usulan pengembangan Sistem Aset Posisi Kendaraan Secara *Real-Time* Berbasis *Cloud* dan IoT merupakan respon inovatif dan strategis yang dibutuhkan untuk mengatasi keterbatasan solusi pelacakan konvensional, sekaligus menjawab kebutuhan spesifik industri rental kendaraan di era digital.