

KEGIATAN PENGEMBANGAN APLIKASI TEPAT GUNA UNTUK MENDUKUNG PELAPORAN DAN ANALISIS IRREGULARITY REL DI PT KAI

Ade Chandra Nugraha¹, Rahil Jumiyani², Santi Sundari^{3*}, Suprihanto⁴, dan Didik Suwito Pribadi⁵,

Ringkasan

Pemeriksaan kondisi jalan rel oleh PT Kereta Api Indonesia (PT KAI) saat ini sudah menggunakan Kereta Ukur EM120 yang didukung oleh aplikasi komputer yang mengendalikan banyak sensor data dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Hal ini diterapkan karena kerusakan *geometry track* akan terukur dalam satuan milimeter. Sistem yang telah ditanam pada kereta ukur EM120 memerlukan perangkat aplikasi yang dapat mengolah hasil pengukuran rel kereta untuk dianalisis maupun dijadikan pendukung pengambilan keputusan. Memperhatikan kebutuhan tersebut, maka dilakukan pengembangan aplikasi berbasis *web* yang dapat digunakan untuk mengelola data hasil pengukuran kereta ukur EM120 dalam bentuk tabular maupun grafis yang diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam melakukan analisis hasil pengukuran *geometri track*. Aplikasi yang dikembangkan telah mampu membaca hasil pengukuran *geometry track* dan mengolahnya menjadi *track speed profile* dengan menggunakan empat parameter geometri, yaitu Angkatan, Pertinggian, Listringan, dan Lebar Sepur. Mengacu pada hasil pengukuran empat parameter tersebut maka akan diperoleh *track quality index* (TQI) yang berkorelasi dengan batas kecepatan tempuh kereta dalam melintasi *track* tersebut. Metode pengembangan aplikasi yang digunakan adalah *waterfall process model*. Luaran PkM adalah teknologi tepat guna berupa perangkat lunak aplikasi yang telah dapat digunakan oleh mitra dalam memantau hasil pengukuran kondisi rel dalam rangka mendukung proses pemeliharaan dan perawatan rel. Kegiatan dan luaran PkM ini diharapkan dapat membantu proses transformasi digital di lingkungan Divisi Prasarana PT KAI.

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat Skema Teknologi Tepat Guna Politeknik Negeri Bandung ini bermitra dengan Divisi Prasarana PT Kereta Api Indonesia untuk mendukung proses pemeliharaan rel kereta yang telah menggunakan Kereta Ukur EM120. Divisi Prasarana PT KAI berfungsi dalam beberapa hal, diantaranya yaitu, merencanakan dan mengarahkan terkait penyusunan program kerja dan anggaran pembangunan dan perawatan jalan rel, serta pembuatan kebijakan terkait perawatan jalan rel, fasilitas, dan jembatan prasarana.

Keywords

rel kereta, pemeliharaan, PT KAI, *geometry track*, *track quality index*, PkM Teknologi Tepat Guna, waterfall

Submitted: 15/09/23 — **Accepted:** 22/09/23 — **Published:** 10/10/23

¹ Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia — email: chandra@polban.ac.id

² Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia — email: rahil.jumiyani@polban.ac.id

^{3*} Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia — email: santi.sundari@polban.ac.id

⁴ Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia — email: sprh@jtk.polban.ac.id

⁵ Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia — email: didik@jtk.polban.ac.id

* corespondent author

1. Pendahuluan

Kereta api (KA) masih menjadi moda transportasi yang banyak diminati masyarakat. Faktor yang menyebabkan peningkatan jumlah penumpang ini, di antaranya adalah beralihnya penumpang angkutan darat lainnya ke moda kereta api. Kereta api dipercaya sebagai moda transportasi yang bebas dari kemacetan, selalu tepat waktu, nyaman untuk digunakan, dan memiliki fasilitas yang cukup lengkap. Dalam rangka mendukung proses bisnis di lingkungan PT Kereta Api Indonesia (PT KAI), tentunya diperlukan adanya perawatan dan pemeliharaan sarana maupun prasarana kereta api secara optimal. Salah satu prasarana kereta api yang perlu diperhatikan adalah rel kereta. Jalan rel adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, di bawah, dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api. Rel juga berfungsi sebagai struktur pengikat dalam pembentukan struktur jalan rel yang kokoh. Oleh sebab itu, bentuk dan geometri rel dirancang sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sebagai penahan gaya akibat pergerakan dan beban kereta api [1].

Pemeliharaan jalan rel di Indonesia saat ini dibagi ke dalam dua aktivitas utama yaitu pemeriksaan dan perawatan jalan rel. Pemeriksaan dilakukan berdasarkan durasi waktu tertentu baik harian maupun mingguan. Pemeriksaan harian meliputi pemeriksaan geometri, pemeriksaan komponen jalan rel, pemeriksaan badan jalan, pemeriksaan drainase, pemeriksaan konstruksi jembatan dan pemeriksaan konstruksi terowongan [2]. Selain proses pemeriksaan, dilakukan juga proses perawatan yang merupakan tindakan pencegahan (preventif) maupun perbaikan yang mengembalikan fungsi (korektif). Klasifikasi perbaikan dibagi menjadi klasifikasi A (berat) yaitu perbaikan atau penggantian material, komponen dan sistem yang mengganggu operasi kereta api, klasifikasi B (sedang) dan klasifikasi C (kerusakan ringan). Perawatan jalan rel dilakukan untuk menjaga kondisi jalan rel sesuai dengan standar pengoperasian jalan rel dalam melayani sarana perkeretaapian sesuai dengan nilai indeks kualitas jalan rel/*track quality index* (TQI) yang telah ditetapkan [3].

Langkah penting dalam pemeliharaan dan pembaruan lintasan kereta api adalah dengan mengetahui kondisi lintasan yang ada saat ini dan dapat memprediksi kondisi lintasan di masa mendatang. Memperhatikan peningkatan kebutuhan atas lintasan kereta yang aman dan nyaman serta diperlukannya efisiensi pemeliharaan rel berdasarkan kondisi dari rel, maka diperlukan adanya pengolahan data rel yang dapat mengoptimalkan prediksi kondisi lintasan rel yang dapat dipergunakan dalam pemeliharaan rel [4]. Kondisi ideal dari sebuah lintasan kereta dapat mengacu TQI yang didefinisikan saat pembangunan rel. Dinamika kondisi rel saat digunakan juga diperlukan untuk mengidentifikasi prediksi dan tindak lanjut dalam pemeliharaan rel.

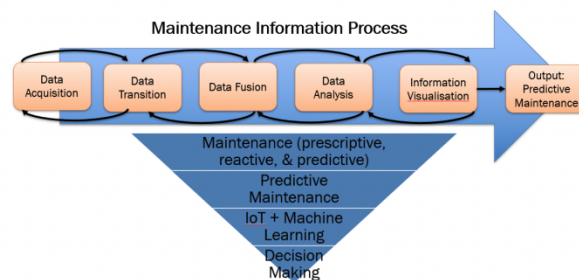
Dalam rangka mendukung strategi pemeliharaan di lingkungan PT KAI, diperlukan perencanaan dan proses pemeliharaan yang efisien baik dari sisi *effort* maupun pembiayaan [5]. Di sisi lain, revolusi industri serta perubahan masyarakat secara umum telah menciptakan peta persaingan baru dalam berbagai industri, termasuk industri transportasi. Persaingan sebetulnya bukan semata-mata pada kemampuan memiliki teknologi, tetapi pada keputusan mengadopsi teknologi secara tepat untuk mengatasi tantangan bisnis serta melakukan berbagai *improvement* bisnis menggunakan teknologi. Perubahan inilah yang sering disebut dengan istilah 'Transformasi Digital' [6].

Transformasi digital harus didukung oleh berbagai kesiapan (*readiness*). Dari sudut pandang perusahaan, kesiapan tersebut paling tidak, harus mencakup 4 aspek utama, yaitu: *people*, *process*, *technology*, serta data. Banyak perusahaan yang gagal melakukan transformasi karena salah mengukur kesiapan aspek-aspek pendukungnya. Faktor paling sulit dari empat aspek tersebut adalah aspek *people*, termasuk didalamnya adalah *culture transformation*. Transformasi adalah suatu perubahan yang sangat besar yang tidak dapat dianggap sebuah proyek, melainkan suatu gerakan besar bagi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu. Transformasi tidak hanya dapat dilakukan secara internal perusahaan, tetapi dapat melibatkan kolaborasi dengan pihak eksternal yang ahli di bidangnya.

Transformasi memerlukan inovasi - inovasi yang benar baru. Kolaborasi antara pihak internal dan eksternal perusahaan dapat membantu melahirkan inovasi baru, di mana sering kali pihak internal perusahaan terjebak pada sistem yang ada dan kurang berani dalam melakukan perubahan yang sangat radikal [7]. Untuk mengatasi

dilema tersebut, maka salah satu strategi yang dapat dipilih adalah membentuk tim transformasi yang kuat dengan didukung oleh para ahli di berbagai bidang yang relevan di luar perusahaan. Kombinasi ini diharapkan dapat memberikan keseimbangan dan sinergi kekuatan yang diharapkan dapat menghasilkan terobosan baru.

Salah satu langkah awal proses transformasi yang akan dilakukan adalah mentransformasikan pengolahan data pemeliharaan rel dalam bentuk digital. Saat ini proses pemantauan keadaan rel sudah menggunakan kereta ukur yang dilengkapi kemampuan komputasi yang memiliki tingkat presisi sampai satuan milimeter. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran kondisi rel masih perlu dianalisa, sehingga dapat diperoleh informasi aktual yang dapat dimanfaatkan untuk pengambilan kebijakan. Gambar 1 mengilustrasikan tahapan kegiatan pemeliharaan yang dapat digunakan pada transformasi digital pada Divisi Prasarana PT KAI. Kegiatan PkM ini akan spesifik dalam lingkup *data acquisition*.



Gambar 1. Pengolahan informasi dalam proses pemeliharaan [8]

Kemampuan aplikasi yang di *embedded* dalam kereta ukur EM120 relatif terbatas karena selain tujuan utamanya untuk mengukur kondisi rel secara presisi, [9] juga tidak dilengkapi dengan kemampuan database yang dapat menyimpan dan mengolah sekumpulan data transaksi dalam ukuran besar. Memperhatikan kebutuhan dan adanya peluang pengembangan aplikasi di atas, maka melalui aktivitas pengabdian kepada masyarakat skema teknologi tepat guna (TTG) Politeknik Negeri Bandung diusulkan untuk mengembangkan perangkat lunak aplikasi yang dapat membantu pelaporan dan analisis *irregularity* rel berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengukuran Kereta EM120 PT KAI. Data dan spesifikasi kebutuhan pengembangan aplikasi yang digunakan diperoleh secara langsung dari *stakeholders* terkait di Divisi Prasarana PT KAI. Model pengembangan aplikasi yang digunakan adalah model *waterfall*.

2. Metode Penerapan

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam pengerjaan pengabdian kepada masyarakat (PkM) Skema Teknologi Tepat Guna (TTG) meliputi identifikasi masalah, studi pustaka, dan pengembangan aplikasi dengan menggunakan *software development life cycle (SDLC) Waterfall* [10] selama 5 bulan.

1. Tahap awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi permasalahan pengolahan data yang dibutuhkan oleh Divisi Prasarana PT KAI. Pada tahap ini, hal yang dilakukan adalah melakukan wawancara dengan pihak pengguna dari PT KAI, untuk menganalisis permasalahan yang dialami, mengidentifikasi kebutuhan pengolahan data, dan memahami alur proses pengolahan data yang akan dikembangkan. Data yang didapatkan dari hasil wawancara, akan digunakan untuk mengetahui dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi untuk kemudian direncanakan solusi yang akan ditawarkan.
2. Tahap kedua adalah proses *requirements analysis and definition*, yaitu dengan mendeskripsikan secara rinci fungsi, lingkup, batasan, dan tujuan pembangunan aplikasi berdasarkan data yang didapatkan dari proses wawancara dengan Divisi Prasarana PT KAI. Data tersebut kemudian diolah dan digunakan untuk mengidentifikasi requirements yang akan menghasilkan dokumen SRS.

3. Tahap ketiga adalah proses *system and software design*. Tahap ini dilakukan setelah spesifikasi aplikasi diperoleh dari hasil kegiatan *requirements analysis and definition*. Pada tahap ini akan dilakukan desain melingkupi proses, data dan *user interface* dari aplikasi.
4. Tahap keempat yang dilakukan adalah *implementation* dan *unit testing* berdasarkan hasil yang diperoleh dari *system and software design*. Implementasi dilakukan dalam kode program komputer (*coding*) yang dilakukan oleh dua tim terpisah, yaitu *back-end developer* dan *front-end developer*.
5. Tahap kelima adalah melakukan kegiatan *integration and system testing*. Pada tahap ini *integration testing*, kode program pada bagian *back-end* dan *front-end* akan digabungkan dan dilakukan konfigurasi sehingga menjadi sebuah sistem yang saling terkait. *Rest API* yang berupa *endpoint* dari *back-end developer* akan digunakan oleh *frontend developer* untuk mengakses data pada database dan menampilkan data tersebut pada *user interface*. Setelah semua terintegrasi. *System test* dilakukan untuk memverifikasi dan memvalidasi setiap fitur yang telah dibuat berdasarkan *requirement* yang telah ditentukan dan memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik.

3. Hasil dan Ketercapaian Sasaran

Pengabdian kepada Masyarakat Skema Teknologi Tepat Guna (TTG) yang dilakukan oleh Tim PkM ini adalah bentuk penerapan konsep dan teknologi yang dilakukan oleh Politeknik Negeri Bandung di PT Kereta Api Indonesia. Kegiatan ini diharapkan dapat membantu pihak pengguna, yaitu Bagian Prasarana PT KAI dalam proses transformasi digital pada kegiatan perawatan dan pemeliharaan rel kereta api dengan media pengukuran adalah kereta ukur EM120.

Luaran yang dihasilkan oleh kegiatan PkM ini, yaitu aplikasi pendukung yang dapat menampilkan *track speed profile* dengan data pendukung berupa empat parameter geometri yang terdiri dari Angkatan, Pertiingian, Listringan, dan Lebar sepur. Dari empat parameter *geometri track* ini akan dapat dihasilkan nilai *track quality index* (TQI) yang berkorelasi dengan batas kecepatan tempuh kereta [11]. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam menganalisis data hasil pengukuran kereta ukur EM120 untuk memperoleh informasi terkait kebutuhan pemeliharaan rel. Tabel 1 mendeskripsi fitur yang telah ada pada aplikasi yang digunakan dalam kereta ukur EM120.

Tabel 1. Daftar fitur Sistem Kereta EM120

No.	Fitur	Keterangan
1.	Aplikasi pengukuran <i>geometry track</i> dalam EM120	<p>Fitur ini menampilkan empat parameter rel yang dihitung, yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> a Lebar sepur b Angkatan c Listringan d Pertiingian <p>Dari nilai empat parameter di atas dapat dihitung nilai <i>track quality index</i> (TQI).</p>

2. Posisi dan Waktu Pengukuran kondisi Rel	<p>Fitur ini menampilkan atribut waktu dan tempat dari proses pengukuran yang dilakukan. Atribut data minimal yang dimaksud adalah</p> <ul style="list-style-type: none"> a Tanggal Pengukuran b Identitas DAOP c Lintas d Jalur Kereta e Km Awal f Km Akhir g Kelas rel h Kecepatan
3. Jenis Lintasan	<p>Fitur ini memberikan deskripsi <i>device type</i> yang merupakan kategorisasi dari rel yang diukur, terdiri atas: Lengkung (LK), Lurusan (LRS), Jembatan (BH), Perlintasan Jalan (JPL), Wesel (WSL), Stasiun (STS).</p>

Pengembangan aplikasi yang dilakukan menghasilkan beberapa fitur pendukung Sistem Kereta ukur EM120 yang diuraikan pada Tabel 2 berikut:.

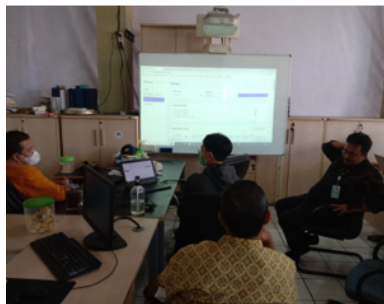
Tabel 2. Daftar fitur aplikasi baru yang dikembangkan

No.	Fitur	Keterangan
1.	<i>Import</i> data hasil pengukuran	Data hasil pengukuran Kereta EM120 akan disimpan ke dalam file prn. Kemudian data ini dapat digunakan di aplikasi dengan cara menggunakan fitur <i>import</i> data dengan format csv.
2.	Edit field Panjang	Fitur ini akan memvalidasi jarak atau panjang pengukuran berdasarkan pengukuran <i>field</i> dari Panjang Awal hingga Panjang Akhir dalam satuan Km. Jika nilai Panjang tidak sesuai, maka fitur ini akan menggantikannya dengan nilai seharusnya.
3.	Menandai parameter <i>geometri track</i> dengan nilai tertinggi (menjadi poin di tampilan grafik). Parameter kerusakan (Angkatan, Listringan, Peninggian dan Lebar sepur) tidak dapat diedit.	Hasil <i>import</i> harus menandai parameter dengan nilai tertinggi yang akan menjadi poin di <i>view</i> grafik.
4.	Menghitung dan memvalidasi nilai rata – rata TQI berdasarkan <i>range</i> jarak yang dipilih.	Penjumlahan empat parameter rel akan menghasilkan nilai TQI.
5.	Menghitung kecepatan. Di posisi tertentu berdasarkan formulasi yang diberikan.	Dengan memperhatikan nilai TQI dan standar deviasinya, maka akan diperoleh nilai kecepatan di posisi km dan hm tertentu.
6.	Menyimpan data <i>import</i> csv ke database.	Data hasil <i>import</i> akan disimpan ke dalam Database MySql

7. Mampu menginput data catatan kegiatan pemeliharaan/ <i>remark</i> .	Hasil entry kegiatan berdasarkan segmen Km yang akan ditampilkan dalam grafik dalam bentuk legenda tertentu, misalkan via warna. Dengan maksimal 5 baris kegiatan, memberi tambahan informasi tentang kegiatan yang terjadi sebelum dan/atau sedang berjalan pada saat pengukuran dilakukan.
8. Generate grafik dari data. a. TQI yang diperoleh b. Data Kecepatan c. Informasi <i>device type</i> (STS, WSL, JPL, BH, LK, LRS). d. Informasi kegiatan pada jalan rel yang diukur (catatan/ <i>remark</i>). Berdasarkan range Km / posisi jalan rel tertentu.	Data grafik dapat dicetak. Grafik dapat digeser (<i>panning</i>) ke arah Sumbu X sesuai Km Hm. Interval jarak dapat diatur antara 0.3 - 3 km dan menjadi acuan kurva <i>track speed profile</i> (TSP). Dapat diatur warna dan ketebalan grafik yang dihasilkan. Dapat di sort sesuai nilai panjang (Km).



(a) Kegiatan validasi pengukuran rel kereta



(b) Kegiatan merumuskan spesifikasi kebutuhan mitra

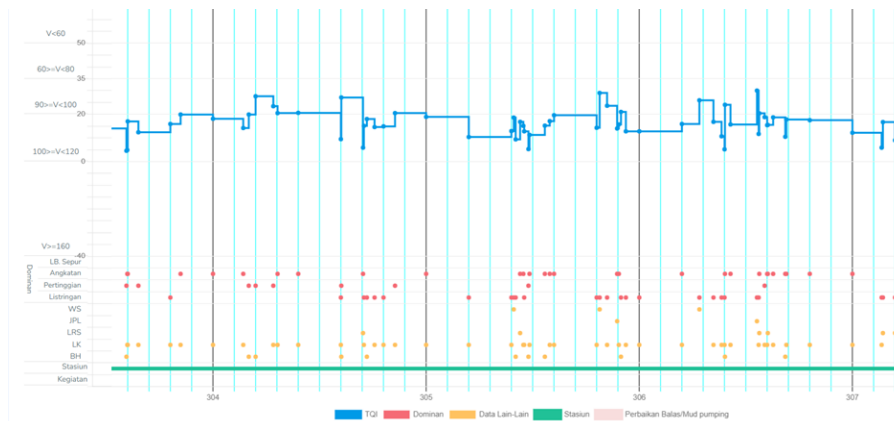


(c) Kegiatan pengujian aplikasi bersama mitra

Gambar 2. Kegiatan PkM

Dalam proses pengembangan aplikasi, pengguna dilibatkan dalam perumusan spesifikasi aplikasi yang ditunjukkan pada Gambar 2a dan 2b. Setelah produk aplikasi rampung dikembangkan, pengguna dilibatkan dalam proses pengujian. Gambar 2c menunjukkan proses pengujian aplikasi yang dilakukan langsung bersama staf Divisi Prasarana PT KAI. Pada kesempatan ini, pengguna juga menyampaikan use case dalam pengujian sesuai dengan data riil yang dimiliki. Dengan demikian, pengguna mulai beradaptasi dengan model proses dan model data yang diimplementasikan dalam aplikasi.

Tolok ukur keberhasilan pelaksanaan PkM ini adalah terimplementasinya kemampuan aplikasi sesuai spesifikasi yang sudah disepakati bersama oleh tim pelaksana PkM dan pengguna aplikasi. Aplikasi mampu dijadikan media manipulasi data hasil pengukuran kereta ukur EM120 serta mampu menampilkan data baik dalam bentuk tabular maupun grafis. Dengan segmen lintasan kereta yang panjang, maka tampilan data dalam format grafis sangat membantu seperti pada Gambar 3. Selain itu, dengan adanya fitur aplikasi untuk mendetailkan hasil pengukuran berdasarkan parameter *geometry track* di posisi rel tertentu telah dapat mengidentifikasi parameter geometri yang telah melampaui *threshold* kelayakan rel. Dengan demikian dapat diketahui nilai TQI dan *track speed profile* yang dapat dijadikan acuan dalam mempersiapkan aksi perbaikan ataupun perawatan rel.



Gambar 3. Fitur laporan grafis

Fitur yang tersedia pada aplikasi telah membantu pengguna dengan fasilitas grafik komparasi dari 4 waktu pengukuran rel, sehingga trend perubahan data hasil pengukuran dapat segera dicermati. Kesimpulan hasil pengujian aplikasi melalui user acceptance test (UAT) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kesimpulan hasil pengujian produk aplikasi bersama mitra

No.	Fitur yang diujikan	Output yang diharapkan	Hasil yang diperoleh
1.	Import data hasil pengujian	Menampilkan informasi yang terdiri dari : 1. petak pengukuran; 2. KM awal; 3. KM akhir.	Berhasil menampilkan informasi yang terdiri dari : 1. petak pengukuran; 2. KM awal; 3. KM akhir.
	Melakukan validasi	1. panjang petak pengukuran; 2. Total TQI hasil pengukuran 4 parameter geometry track	Berhasil melakukan validasi 1. panjang petak pengukuran; 2. Total TQI hasil pengukuran 4 parameter <i>geometry track</i> .
	Menampilkan data hasil <i>import</i> dengan identifikasi nilai tertinggi dari 4 parameter <i>geometry track</i> .		Berhasil menampilkan data hasil <i>import</i> dengan identifikasi nilai tertinggi dari 4 parameter <i>geometry track</i> .
	Menampilkan hasil perhitungan kecepatan		Berhasil menampilkan perhitungan kecepatan.
	Menentukan status kondisi <i>segmen track</i> berdasarkan nilai TQI sepanjang <i>segmen</i> rel tertentu		Berhasil menentukan status kondisi <i>segmen track</i> berdasarkan perhitungan kecepatan rata-rata pada <i>segmen track</i> tertentu dan nilai TQI yang dimiliki
	Menyimpan data hasil <i>import</i> ke dalam basis data.		Berhasil menyimpan data hasil <i>import</i> ke dalam basis data <i>relational</i> .

2. Mengelola data pemeliharaan	Menyediakan media manipulasi data hasil pengukuran <i>geometri track</i> yang menghasilkan nilai TQI dan status kondisi rel.	Berhasil menyediakan media <i>update</i> dan <i>view</i> data <i>tabular</i> dari hasil pengukuran <i>track</i> untuk <i>segmen track</i> dan tanggal pengukuran tertentu.
	Menyediakan media manipulasi data level kecepatan untuk dijadikan acuan dalam menampilkan status kondisi rel per <i>segmen track</i> .	Berhasil menyediakan media CRUD (<i>create, read, update</i> dan <i>delete</i>) data referensi level kecepatan per <i>segmen track</i> untuk dijadikan acuan dalam menampilkan status kondisi rel per <i>segmen track</i> .
	Menyediakan media manipulasi data untuk referensi aksi perbaikan/perawatan kualitas jalan rel.	Berhasil menyediakan media CRUD (<i>create, read, update</i> dan <i>delete</i>) untuk data referensi dalam meng- <i>entry</i> -kan aktivitas perawatan/perbaikan kualitas jalan rel.
3. Menampilkan grafik	Menampilkan grafik <i>geometri track</i> di petak pengukuran tertentu.	Berhasil menampilkan grafik hasil pengukuran geometri track di petak pengukuran tertentu yang akan ditetilkkan berdasarkan waktu pengukuran.
	Menampilkan grafik <i>geometri track</i> untuk melakukan komparasi dari 4 kali pengukuran di petak pengukuran yang sama.	Berhasil menampilkan grafik <i>geometri track</i> untuk melakukan komparasi dari 4 kali pengukuran di petak pengukuran yang sama.
	Menampilkan grafik <i>track speed profile</i> berdasarkan nilai TQI di petak pengukuran tertentu.	Berhasil menampilkan grafik <i>track speed profile</i> berdasarkan nilai TQI di petak pengukuran tertentu.
	Menampilkan grafik <i>geometri track</i> berdasarkan tanggal pengukuran tertentu.	Berhasil menampilkan grafik <i>geometri track</i> berdasarkan tanggal pengukuran tertentu yang akan dispesifik-an oleh petak pengukuran tertentu.

Kesimpulan hasil pengujian produk aplikasi yang dilakukan oleh pengguna menyatakan bahwa 98% dari fitur yang telah dikembangkan pada aplikasi pelaporan dan analisis *irregularity* rel hasil dari pengukuran Kereta Ukur EM120 telah memenuhi spesifikasi yang telah disepakati di awal. Adapun catatan penyempurnaan akan dijadikan saran pengembangan ke depan. Setelah pengujian dan perbaikan *bug* aplikasi dilakukan, tahap akhir sebelum aplikasi diserahkan adalah menyusun *user manual* dan *readme* untuk membantu pengguna mengoperasikan aplikasi. Berdasarkan hasil konfirmasi langsung saat pelaksanaan monitoring PkM oleh pihak P3M POLBAN, pengguna menyampaikan testimoni dan pernyataan kepuasan terkait bantuan yang diperoleh dari produk luaran kegiatan PkM Skema Tepat Guna ini dalam mendukung operasional pengawasan kondisi rel. Divisi Prasarana PT KAI telah menerima semua fitur aplikasi yang dikembangkan dan siap untuk digunakan dalam proses pengukuran kondisi rel yang secara rutin dilakukan per 3 bulan sekali.

4. Kesimpulan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) Teknologi Tepat Guna yang dilakukan oleh Tim PkM Politeknik Negeri Bandung dengan Mitra PT Kereta Api Indonesia telah menghasilkan luaran berupa aplikasi yang

dapat digunakan dalam memantau kondisi rel untuk mendukung pemeliharaan dan menjadi acuan *predictive maintenance* rel di Divisi Prasarana PT KAI. Hasil dan kegiatan PkM ini diharapkan dapat terus dikembangkan, khususnya dalam membantu analisis data pengukuran kondisi rel yang di *import* ke dalam aplikasi yang dikembangkan saat ini. Melalui pendekatan data driven dan penggunaan *algoritma machine learning*, maka proses analisis yang dapat dilakukan secara otomatis diharapkan dapat menjadi pendukung kebijakan proses *predictive maintenance* yang dibutuhkan oleh PT KAI, khususnya dalam perawatan rel kereta api.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Bandung yang telah memberi dukungan finansial terhadap kegiatan pengabdian ini. Terima kasih pula kami sampaikan kepada Divisi Prasarana PT Kereta Api Indonesia yang telah bersedia menjadi mitra dan membantu kelancaran pelaksanaan Kegiatan ini.

Sumber Dana

Kegiatan PkM Skema Teknologi Tepat Guna ini dibiayai oleh DIPA Politeknik Negeri Bandung dengan No. Kontrak B/121.17/PL1.R7/PM.01.01/2023 dan pembiayaan dari mitra dalam bentuk inkind.

Pustaka

- [1] H. P. Sumbowo and D. Murwono, Evaluasi Sistem Perawatan Jalan Rel Lintas Stasiun Kutoarjo Stasiun Tugu, Yogyakarta: UGM, 2012.
- [2] M. R. Indonesia, "Peraturan Menteri Perhubungan tentang Persyaratan Teknik Jalur Kereta Api, PM 60 Tahun 2012," Jakarta, 2012.
- [3] M. R. Indonesia, "Peraturan Menteri Perhubungan tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian, PM No. 32," Jakarta, 2011.
- [4] P. Weston, C. Roberts and G. Yeo, "2015," *Vehicle System Dynamics* 53 (7), pp. 1 - 29, April 2015.
- [5] W. Kurniawan and Rulhendri, "Tinjauan Volume Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Hasil Track Quality Index (TQI) (Studi Kasus : Lintas Manggarai - Bogor)," *Astonjadro* Vol. 4 No. 2, pp. 1-17, 27 Desember 2015.
- [6] Y. Zhang, S. Ren, Y. Liu and S. Si, "A Big Data Analytics Architecture for Cleaner Manufacturing and Maintenance Processes of Complex Products," *Journal of Cleaner Production* , pp. 626-641, July 2017.
- [7] H.-U. Laboratory, *Society 5.0 A People-centric Super-smart Society*, Tokyo: The University of Tokyo, 2020.
- [8] K. K. Wandt, "Context Adapted Prognostics and Diagnostics.," in *The Ninth International Conference on Condition Monitoring and Machinery Failure Prevention Technologies*, (p. 10), London , 2012.
- [9] Odashima M, Azami S, Naganuma Y, et al, "Track geometry estimation of a conventional railway from car-body acceleration measurement," *Mech. Eng. J.* , p. 1–12, 2017.
- [10] I. Sommerville, *Software Engineering*, 9th ed., Boston : Pearson Education, Inc., 2011.
- [11] R. Rosadi dan A. Kartika, "Perencanaan Geometrik Jalan Rel Antara Banyuangi - Situbondo-Probolinggo," *Teknik Pomits*, p. 1, 2013.