

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGUKUR SKILU DINAMIS PADA JALAN REL KERETA API

*Design and Manufacture of Railroad Dynamic Twist (Skilu) Measurement Tools*

Dadang Sanjaya Atmaja, e-mail: dadang@api.ac.id

Panka Mahendra Shakti, e-mail: panka@api.ac.id

Martin Willy Eka Pratama, e-mail: martin@api.ac.id

## ABSTRAK

Pemeriksaan perbedaan elevasi akibat lendutan pada jalan rel (skilu) diperlukan untuk menjamin keselamatan perjalanan kereta api. Pengukuran skilu dapat dilakukan dengan kereta ukur dan alat densometer manual. Untuk pengukuran secara manual, diperlukan alat yang bisa mengukur skilu dinamis secara lebih akurat dan efisien. Penelitian ini dimaksudkan untuk membuat alat tersebut dengan menggunakan sensor pengukur jarak ultrasonic dengan proses data oleh mikrokontroler. Akurasi pengukuran dari hasil percobaan alat ini diperoleh dengan membandingkan terhadap alat pengukur lendutan densometer. Hasil menunjukkan alat dapat mengukur skilu setiap 0,1 detik (realtime) dengan tingkat akurasi 98,84%. Selain pengukuran skilu, alat ini juga dapat mengukur kecepatan kereta yang lewat dan temperatur rel saat dilewati kereta. Hasil pengukuran dapat membantu optimalisasi perawatan yang diperlukan untuk skilu yang terjadi pada lokasi pengamatan.

Kata-kata Kunci: lendutan, skilu, elevasi, densometer, pengukuran

## ABSTRACT

*Examination of elevation differences due to deflection on rail (skilu) is required for safety of railway operation. The measurements can be done by inspection rail and manual densometer. For manual inspection, there is necessity for measurement device that can measure dynamic skilu more accurately and efficiently. This research tried to make the instrument by using ultrasonic distance measuring sensor with process data by microcontroller. Measurement accuracy from this device was compared to standard densometer. The results shown that this device can measure the deflection every 0.1 second (realtime) with actuary rate of 98.84%. In addition to the skilu measurement, this tool can also measure the train speed and railroad temperature. The measurement results can help optimize the treatment needed for the skilu that happened on the site observation.*

*Keywords: deflection, skilu, elevation, densometer, measurement*

## 1. PENDAHULUAN

Sarana maupun prasarana kereta api harus selalu dalam kondisi laik dan layak sehingga keselamatan dan kenyamanan perjalanan kereta api dapat terjamin. Terjaminnya sarana dan prasarana dimulai dengan teknik perawatan yang baik, perawatan mulai dari komponen jalur track harus diperhatikan yaitu rel, penambat, bantalan, balas, sub-balas dan tanah dasar. Kondisi setiap komponen akan selalu berubah jika tidak ada perawatan secara khusus, permasalahan Skilu dan rel Spaten sering terjadi pada jalan rel.

Berkembangnya teknologi sekarang ini menciptakan peralatan-peralatan yang dirancang dan digerakkan secara otomatis, sehingga kegiatan manusia akan terbantu dengan teknologi tersebut. Kemajuan teknologi ini menuntut untuk mengembangkan ide-ide dalam segala hal.

Dalam dunia transportasi khususnya perkeretaapian, dengan banyaknya permasalahan skilu dalam jalan rel perlu adanya perawatan dan pemeriksaan dengan menggunakan peralatan modern yang efektif dan efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan peralatan pengukuran skilu dinamis yang akurat dengan memanfaatkan perkembangan teknologi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

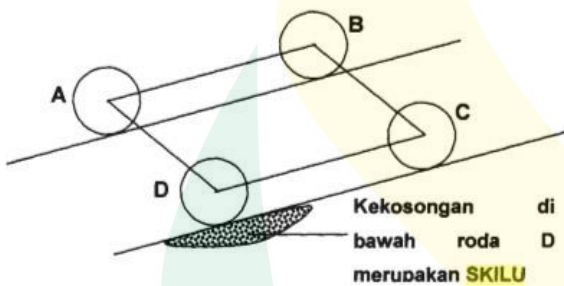
Menurut Peraturan Menteri No.32 Tahun 2011 Tentang Standar Dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian. Skilu adalah perbedaan pertinggian yang sebenarnya antara 2 titik sepanjang 3 atau 4 meter. Jarak ini di peroleh dari jarak lebar gandar lokomotif CC 206 dengan lebar gandar 3 meter dan CC 202 dengan lebar

gandar 4 meter (skilu dapat dicari sesuai dengan lebar gandar kereta yang melintas jalur tersebut). Tetapi untuk dimengerti bahwa pada lengkung peralihan sengaja dibuat variasi pertinggian.

Skilu bisa terjadi bila pada suatu jalan rel terdapat angkatan yang tidak baik, roda yang lewat pada tempat penurunan tidak akan menyentuh rel karena roda tersrbut tetap sebidang dengan tiga roda lainnya. Kerusakan ini berbahaya karena dapat menyebabkan roda anjlok (bila ditambah dengan keadaan buruk lainnya dari kekakuan sumbu bogie pergerakan mengayun dan lainnya).

Berdasarkan Peraturan Dinas PT KAI PD 10, batas-batas Skilu adalah sebagai berikut:

- a. 4 mm/m (12mm/3m - 6 bantalan)  
 $V < 60 \text{ Km/Jam}$
- b. 3 mm/m (9 mm/3m - 6 bantalan)  
 $60 \text{ Km/Jam} < V < 90 \text{ Km/Jam}$
- c. 2.5 mm/m (7mm/3m - 6 bantalan)  
 $V > 90 \text{ Km/Jam}$



Gambar 1. Kondisi terjadinya skilu.

Alat pengukur skilu yang sudah ada saat ini adalah alat densometer milik PT KAI yang didesain dengan mekanik menggunakan pegas terlihat pada gambar 2 dibawah. Satuan ukur dari alat ini adalah Centi Meter. Untuk densometer ini menggunakan baut pengganjal yang berada di silinder tiang utama. Peletakan alat ini berada di bawah kaki rel alat harus di japkan ke kaki rel



Gambar 2. Alat pengukur skilu eksisting.

Desain alat pengukur skilu dinamis yang pada dasarnya memiliki fungsi yang sama dengan alat eksisting yang sudah ada dan ditambah lagi alat tersebut dirancang dengan adanya gabungan dari alat pengukur suhu pada rel. Desain alat menggunakan aplikasi Autocad untuk menggambar detail dimensi alat. Untuk mengaplikasikan rancangan ini di lapangan, perlu didukung dengan data-data seperti dimensi bantalan dan jarak pada sarana kereta api pada gambar 3.



Gambar 3. Pengukuran ruang bebas alat dilapangan.

Alat pengukur skilu dinamis ini akan menggunakan peralatan elektronik sehingga pembacaan skilu akan lebih mudah dan akurat, adapun menurut Slamet (2010), peralatan yang dibutuhkan dalam pembacaan software adalah sebagai berikut:

- a. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer dalam sebuah Chip. Didalamnya terdapat inti prosesor, ruang penyimpanan atau memori dan perlengkapan input data ataupun output data.

- b. Arduino Uno R3

Mikrokontroler Arduino, menurut Adrianto (2017), berfungsi sebagai unit pemroses data dari sensor dan mengubah nilai data yang masuk dari suatu input untuk diukur, diolah, dan ditransmisikan ke output ke dalam bentuk digital. Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328.

- c. Sensor Pengukur Jarak

Ada beberapa metode dalam pengukuran jarak menggunakan sensor. Pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonic dengan cara mengirim gelombang sinyal suara dan menangkapnya kembali.

- d. Sensor Pengukur Suhu

Sensor Suhu atau Temperature Sensors adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada obyek tertentu.

e. Software Labview

Sensor-sensor tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino dan menghasilkan data output pada aplikasi Labview. Pada aplikasi ini akan memudahkan dalam pembacaan data yang berupa grafik dan data akan disimpan pada ms Excel.

### 3. METODA PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Metode penelitian ini didasarkan pada analisa dan survey alat pengukur skilu yang sudah ada dan dikembangkan rancangan yang sesuai dengan perkembangan dan kemajuan teknologi saat ini.

Hasil rancangan akan digunakan untuk pengukuran lendutan maksimal pada saat kereta melewati rel. Hasil pengukuran nantinya akan dianalisa mengenai Skilu maskimal yang terjadi. Dengan menggunakan sensor jarak yang dikendalikan oleh Mikrikontroler maka alat tersebut akan mengirimkan data ke output yang berupa aplikasi di PC, sehingga dapat mengetahui nilai Skilu maksimal pada saat kereta melewati rel dan memudahkan pengukuran. Pada data ini nantinya akan dilakukan perawatan Skilu dengan pekerjaan Listringan dan pemadatan balas pada area skilu.

Pada pengukuran Suhu pada rel yaitu untuk mengetahui suhu pada rel yang sedang terjadi. Dengan melihat kondisi bantalan, penambat, balas dan jarak siar rel pada sambungan maka dapat dianalisa apakah rel tersebut akan terjadi ulah rel Spaten. Dengan alat sensor pengukur suhu, maka akan diketahui nilai suhu rel. pengukuran ini memudahkan perawat jalan rel untuk mengantisipasi rel Spaten.

Proses pembuatan alat ini dilakukan melalui pengumpulan data mengenai spesifikasi alat dan sensor yang digunakan dan spesifikasi software untuk pembacaan. Selanjutnya dilakukan perancangan dan pemasangan sensor pada alat, selanjutnya pengisian program dan menghubungkan pada aplikasi pembacaan dan yang terakhir adalah menguji alat dan melakukan evaluasi.

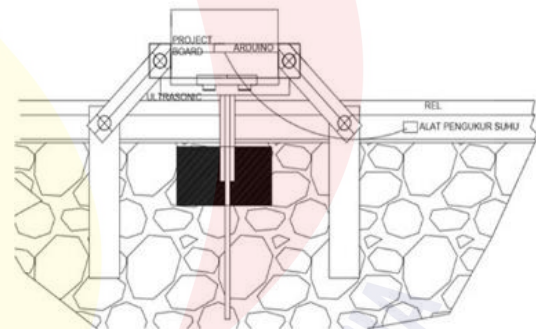
Pada uji lapangan, untuk mengukur skilu maksimal dimulai dari mencari data mengenai cara menghitung skilu. Dari berbagai data yang

telah dikumpulkan mengenai skilu yang telah didapat, maka data-data tersebut dipelajari untuk mengetahui cara menghitung skilu. Setelah data dipelajari maka dilakukan pengaplikasian di lapangan menggunakan alat denzometric yang sudah di buat. Pada percobaan tersebut alat denzometric akan dibandingkan dengan alat densometer PT KAI. Selanjutnya nilai dari lendutan akan dikelola apakah dari data yang didapat masih memenuhi toleransi apakah tidak. Pada data ini bila nilai skilu melebihi standar yang sudah ditetapkan nantinya akan dilakukan perawatan Skilu. Perawatan skilu yang akan dilakukan adalah angkat listring. Pada pengukuran Suhu pada rel yaitu untuk mengetahui suhu pada rel yang sedang terjadi.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

Perencanaan utama dalam desain alat pengukur skilu sebenarnya untuk perletakan sensor dan perletakan pada pembacaan di bantalan. Desain ini menggunakan tripod untuk keseimbangan berdiri. Pembuatan desain pertama untuk alat pengukur skilu sebagaimana pada Gambar 4 terdiri dari plat dasar, plat dasar didesain persegi dengan tujuan bidang persegi mempunyai luasan panjang dan lebar sehingga alat sensoric bisa disetting dengan leluasa.



Gambar 4. Desain Alat.



Gambar 5 Hasil Pembuatan alat.

Gambar 5 menunjukkan hasil pembuatan alat, yang diletakkan di jalan rel untuk pelaksanaan pengujian.

Hasil pengujian dan analisa sensor jarak dengan Penggaris terhadap Benda. Pengujian dilakukan dengan 6 kali pengukuran. Dari hasil pengujian alat sensor terhadap benda dengan jarak antara 15 cm – 2 cm diperoleh data-data dalam tabel 1 dimana akurasi atau keberhasilan pengukuran mencapai 98,84%.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor

No	Hasil Pengukuran dengan Penggaris (cm)	Hasil Pengukuran dengan Sensor (cm)	Selisih Error (cm)	Presentase Keberhasilan
1	8,6	8,6	0	100
2	9,3	9,4	0,1	98,92
3	11,5	11,6	0,1	99,13
4	12,6	12,7	0,1	99,20
5	14,1	13,7	0,4	97,16
6	15,3	15,1	0,2	98,68
			0,15	98,84

Setelah dilakugan kalibrasi, maka alat bisa diuji dilapangan, pengujian lapangan dilakukan di wilayah daerah operasi Jakarta karena di daerah tersebut frekuensi kereta banyak dan kebutuhan akan pemeriksaan jalan rel sangat tinggi. Kedua alat diuji secara bersamaan pada lokasi yang sama terlihat pada gambar 5 agar hasil kinerja kedua alat dapat dievaluasi pada kondisi yang sama.



Gambar 6. Pengujian Alat di lapangan

Hasil uji lapangan dibandingkan dengan alat yang sudah ada didapatkan hasil seperti table 2 dimana ada perbedaan antara 1 mm sampai dengan 3 mm antara alat baru dengan alat eksisting.

Tabel 2 Hasil Pengujian lapangan

Pengujian	Hasil lendutan Alat Baru(cm)	Hasil lendutan Alat Lama (cm)	Kecepatan (km/jam)	Kereta
Uji pertama	0.9167	1	60	Lokomotif
Uji kedua	0.83371	0,5	30	KRL
Uji ketiga	0.8167	0,5	30	KRI

Pada alat yang baru dimungkinkan pengukuran sampai skala micron sedangkan alat yang lama tidak bisa karena skala masih menggunakan skala mm dan kemampuan pengamatan visual terbatas, selain pengukuran lendutan skilu alat yang baru dimungkinkan mengukur temperature rel pada tabel 3 dan pengukuran kecepatan kereta yang lewat table 2.

Tabel 3 Hasil Pengujian temperatur

Waktu	Suhu udara	Suhu badan rel	Suhu kepala rel
11.00	38.085937	40.433594	42.433594
12.00	38.574219	41.210156	43.921875
13.00	39.0625	42.851562	45.898437
14.00	39.550781	43.339844	47.051562
15.00	38.697656	41.597656	44.28125
16.00	36.039062	37.015625	41.828125

#### 4.2 Pembahasan

Alat pengukur skilu ini dapat dapat berfungsi dengan baik untuk mengetahui nilai lendutan skilu maksimal saat kereta melintasi track. Pengukuran penurunan bantalan diukur menggunakan sensor pengukur jarak ultrasonic HC-SR04. Pengukuran jarak dilakukan antara sensor dan bantalan, jadi pada setiap penurunan akan terlihat pada grafik pembacaan yang terdapat pada laptop.

Pengukuran suhu pada rel kereta api dengan menggunakan sensor LM35 yang ditempelkan pada kepala rel. Sensor ini akan merubah temperatur suhu menjadi tegangan listrik yang akan dibaca pada mikrokontroler dan dilanjutkan menuju software pada laptop.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sensor ultrasonic HC-SR04 didapatkan rata-rata selisih error sebesar 0,15 cm dan persentase keberhasilan 98,84% dengan kriteria sangat baik.

Dengan selisih error tersebut, pembacaan sensor ultrasonic HC-SR04 masih perlu ditingkatkan. Untuk pengukuran dengan ketelitian yang sangat detail lebih baik menggunakan sensor pengukur jarak dengan cara kontak langsung dengan benda dengan ketelitian yang lebih presisi;

### 5.2 Saran

Pengujian alat dilakukan pada satu sisi jalan rel untuk mendapati lendutan yang terjadi pada saat dilintasi kereta. Untuk pengembangan lebih lanjut, perlu dilakuka pengujian dengan melibatkan empat alat yang telah dirancang ini

pada empat lokasi jalan rel untuk mendeteksi skilu dinamis yang terjadi pada lokasi pengukuran.

## 6. REFERENSI

Andrianto. H dan Darmawan. A (2016), "Arduino Belajar Cepat Dan Pemrograman". Informatika Bandung.

Peraturan Dinas No.10 PT.KAI

Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api

Peraturan Menteri No.32 Tahun 2011 Tentang Standar Dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian

Slamet Hani. 2010. "Sensor Ultrasonoc SRF05 sebagai memantau kecepatan kendaraan bermotor". Fakultas Elektro IST AKPRIND Yogyakarta.