

Sistem Informasi Pemeriksaan Jalur Kereta Api Menggunakan Drone dan Teknik Image Processing

Siti Mardiana ¹⁾, Dani Hamdani ²⁾, M.Benny Chaniago³⁾, Ari Purno Wahyu ⁴⁾, Heri Heryono⁵⁾, Suhendri ⁶⁾

¹⁾²⁾³⁾ Prodi Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Widyatama

⁴⁾ Prodi Informatika Fakultas Teknik Universitas Widyatama

⁵⁾ Prodi Bahasa Inggris Fakultas teknik Universitas Widyatama

⁶⁾ Prodi Teknik Informatika STMIK "AMIK BANDUNG"

¹⁾siti.mardiana@widyatama.ac.id, ²⁾ Dani.hamdani@widyatama.ac.id

³⁾ Benny.chaniago@widyatama.ac.id, ⁴⁾ari.purno@widyatama.ac.id

⁵⁾ Heri.heryono@widyatama.ac.id, ⁶⁾hendry@stmik-amibandung.ac.id

Abstract - Kereta merupakan moda transportasi utama yang sering kita gunakan, kereta sendiri bisa dimanfaatkan sebagai alat untuk pengiriman barang dan memobilisasi penumpang, transportasi ini sangat unik yang dan memiliki jalur tersendiri berupa rangkaian besi baja melintang hingga beratus kilometer, struktur bantalan kereta api saat ini ada yang menggunakan beton dan kayu, jalur kereta tersebut sangat vital dan merupakan sarana pendukung penting serta memerlukan proses perawatan yang tidak sembarangan, mengingat jalur rel tersebut bisa mengalami kerusakan yang disebabkan oleh dua faktor yaitu pertama oleh alam yang kedua oleh struktur besi rel itu sendiri, perlintasan rel kereta api terkadang melewati lembah dan perbukitan yang bisa menyebabkan rel tersebut rusak karena longsor yang menyebabkan pergeseran jalur sehingga sangat membahayakan penumpang dan bisa mengakibatkan kecelakaan fatal. Proses monitoring jalur kereta api sendiri sangat ini kompleks dan rumit diperlukan waktu yang lama, cara sebelumnya bersifat sederhana dan konvensional dengan menyusuri jalur kereta secara manual atau menggunakan alat pengukur geometri yang dipasang direl atau dikenal juga dengan nama *railpod*, *railpod* akan menyusuri rel dan akan memberikan report jika terdapat jalur kereta apa yang rusak, patah atau bergeser, pada penelitian ini akan dibuat sistem monitoring berbasis image dengan memanfaatkan drone sebagai alat pemantau jalur rel, cara lain adalah dengan pengambilan gambar bisa menggunakan data satelit yang akan memberikan informasi yang jelas tentang kondisi jalan sebelum dilalui oleh kereta api, sistem pengolahan data jalur kereta api dengan menggunakan *image processing* bisa menampilkan respon visual hingga ukuran cm, respon tersebut muncul jika ada pergeseran jalur maka sistem langsung memberikan data berupa lokasi dan pergeseran jalur pada komputer utama, sistem ini lebih cepat dalam mengecek dan menganalisa data jalur kereta dengan akurasi dan presisi yang tinggi hingga 90%, selain citra dari satelit pengambilan gambar bisa menggunakan drone, drone sendiri sangat mudah dalam perawatan dan penggunaan serta mampu memangkas biaya produksi bahkan kecelakaan kerja petugas dilapangan sendiri bisa di hindari karena drone mampu menjangkau jalur dan rel kereta api yang sulit misalkan melewati terowongan atau derah rel dijalur perbukitan dan padat penduduk.

Kata Kunci : Jalur Kereta, Drone , Image Processing.

Abstract - Train is the main mode of transportation that we often use, the train itself can be used as a tool for shipping goods and mobilizing passengers, this transportation is very unique and has its own path in the form of steel strings across from hundreds of kilometers, railroad bearing structures currently exist which uses concrete and wood, the railroad is very vital and is an important supporting facility and requires a maintenance process that is not arbitrary, considering that the rail line can suffer damage caused by two factors, namely first by nature secondly by the iron rail structure itself, crossings Railroad tracks sometimes pass through valleys and hills which can cause the rails to be damaged due to landslides which cause shifts in the lane that are very dangerous to passengers and can result in fatal accidents. The process of monitoring the railroad itself is very complex and complicated, it takes a long time, the previous method is simple and conventional by tracing the railroad tracks manually or using a geometric gauge mounted direl or also known as *railpod*, *railpod* will follow the rails and will provide report if there is a train track that is damaged, broken or shifted, this research will create an image-based monitoring system using drones as a track monitor, another way is to take pictures using satellite data that will provide clear information about road conditions before being passed by the train, the railroad data processing system by using image processing can display visual responses up to cm in size, the response appears if there is a shift in the path then the system directly provides data in the form of location and shifting paths on the main computer, this system is more efficient in checking and analyzing train track data with high accuracy and precision up to 90%, in addition to imagery from satellite images can use drones, drones themselves are very easy in maintenance and use and are able to cut production costs and even workplace accidents in the field workers themselves can be avoided because the drone is able

to reach the track and railroad that is difficult for example through the tunnel or the railroad track along the hills and densely populated.

Keywords: Train Track, Drone, Image Processing

I. PENDAHULUAN

Mengingat pentingnya kereta api yang merupakan bagian alat transportasi utama maka diperlukan sebuah proses perawatan struktur pendukung lainnya, seperti *station*, sinyal dan rel, proses *maintenance* sendiri diperlukan biaya yang relatif besar mengingat rel kereta api memiliki jumlah dan jalur tersendiri dan khusus hingga ratusan kilometer, proses perawatan rel bisa dilakukan dengan cara menyusuri jalur secara manual atau dengan bantuan alat yang disebut dengan *railpad*, alat tersebut dipasang dibantalan rel dan petugas melakukan pengecekan berkala dengan berjalan kaki, digital, algoritma yang digunakan adalah perhitungan *feret*, perhitungan algoritma ini mampu menghitung sudut yang digunakan untuk mengukur struktur sambungan pada rangkaian besi bantalan rel, sambungan pada rel akan diukur hingga ukuran cm, pada tiap bantalan rel yang disambungkan dilakukan proses pengukuran ukuran normal, jika saat pengukuran terdapat ukuran jarak bantalan rel yang jauh dari standar maka sistem akan memberikan *report* berupa tampilan visual yang bisa dilihat oleh petugas dilapangan atau pada komputer pusat.

Sistem deteksi kerusakan dengan mode *realtime* pada permukaan bantalan rel akan meningkatkan nilai akurasi, cara ini bisa berjalan dengan menambahkan konsep dan fungsi algoritma tertentu, algoritma yang digunakan adalah *feret*, algoritma ini akan mengukur *image* dan sudut objek hingga ukuran "cm", metode ini mengurangi proses komputasi dan mampu beradaptasi dengan aplikasi dan *device* lainnya [1].

Kerusakan pada bantalan jalur kereta api pada umumnya sering terjadi yang menyebabkan ukuran dan bantalan rel menjadi tidak sempurna, kelelahan komponen dan pengaruh alam lainnya menyebabkan bantalan rel menjadi rusak dan bergeser, apabila kondisi ini tidak diperbaiki maka akan menyebabkan kecelakaan yang fatal [2]. Komponen penting dalam teknik *image processing* untuk membuat aplikasi deteksi komponen adalah sebagai berikut yaitu *image acquisition: target area location image enhancement: defect detection* dan yang terakhir adalah *computer interaction* [3].

Drone sangat merupakan sebuah alat alternatif yang bisa dipergunakan untuk inspeksi jalur kereta api, penggunaan drone dapat mengurangi tenaga manusia, diperlukan sebuah latihan yang lebih meningkatkan kemampuan SDM dalam mengoperasikan sebuah drone, teknologi penggunaan drone telah banyak diakui oleh paradigma baru perkereta apian dan sudah diterapkan dibidang industri, penggunaan dan prosedur pemakaian drone terus diperbaharui agar bisa dipergunakan secara luas. Sistem pengawasan rutin merupakan sebuah proses dan koridor yang tepat pada jalur kereta api, metode ini sangat efektif dan meminimalkan

railpad tadi akan menampilkan data struktur besi pada rel dan memberikan informasi ada tidaknya pergeseran pada penampang rel, metode ini memiliki tingkat keakurasian yang tinggi dimana tiap bagian dan sambungan struktur bisa diperiksa, tetapi cara ini tergolong lama karena pemeriksaan tidak bisa dilakukan secara cepat, cara terbaru saat ini adalah dengan menggunakan bantuan drone, alat ini dipergunakan untuk mengambil gambar dengan cara menyusuri perlintasan kereta api dengan jarak sangat dekat, data gambar drone tersebut kemudian bisa dianalisa, proses analisis dilakukan untuk memeriksa struktur besi dan sambungan, tiap sambungan pada rel akan diperiksa secara resiko kecelekaan kerja dan memiliki fitur keamanan yang tinggi dan bisa mengecek jalur sulit seperti terowongan dan jalur yang sulit dijangkau [4].

Beberapa tahun belakangan penerapan teknologi *drone* dikombinasikan dengan *server*, sistem ini dipergunakan sebagai media penyimpanan data untuk membandingkan keakurasian pemeriksaan sebuah rel kereta api, sebuah proses dan sistem yang integrasi sangat diperlukan, dengan menggunakan drone yang terintegrasi masih terus dikembangkan sebagai alat penunjang *maintenance* dan pengawasan objek yang bentuknya visual, metode ini sudah banyak digunakan oleh negara-negara di Eropa, berdasarkan keadaan dilapangan penggunaan drone itu sendiri lebih diperlukan karena bisa mengurangi biaya *maintenance* dan lebih efektif, drone sendiri sangat mudah dalam perawatan dan *maintenance*, secara tidak langsung alat ini memiliki sebuah kontribusi yang besar, drone memiliki kehandalan dan bisa dioperasikan tanpa adanya sumber energi dan tanpa penggunaan kabel [5] [6].

II. LANDASAN TEORI

Transportasi memegang peranan penting secara ekonomis memperkuat jalur perekonomian, masalah yang terpenting adalah bagaimana cara perawatan komponen pendukungnya [7]. Pada penelitian sebelumnya proses pemeriksaan bantalan rel menggunakan bantuan alat *microcontroller*, alat tersebut dipasang pada jalur rel yang terkoneksi dengan modul rs232, modul tersebut dipergunakan untuk memeriksa kerusakan atau keretakan pada jalur rel, jika ditemukan adanya kerusakan maka *microcontroller* akan mengirimkan titik koordinat pada tempat dan lokasi area retakan tersebut terdeteksi dengan yang terkirim melalui modul GSM, kelemahan penggunaan sistem ini adalah akurasi sinyal GPS yang mungkin terganggu karena jauh dari station pemancar [8].

Retaknya atau bergesernya jalur kereta api merupakan sebuah masalah yang umumnya ditemukan jalur rel, sehingga dengan ditemukannya masalah tersebut diperlukan proses *maintenance* yang harus dikerjakan

secara teratur, dalam bidang komputer modren monitoring jalur rel kreta api bisa menggunakan bantuan sensor LDR, sensor ini memiliki kemampuan dalam mendeteksi keretakan pada struktur besi, alat ini digerakan dengan bantuan motor DC yang terkoneksi dengan circuit, sensor memiliki kemampuan dalam membaca keretakan dengan presisi yang sangat tinggi, alat ini membaca jalur dan posisi bantalan rel, jika posisi bantalan rel pada kondisi normal maka LDR akan menampilkan sinyal yang konstan dan jika terjadi keretakan maka sensor akan langsung mengestimasi dan menghitung jarak retakan. [9].

Kerusakan pada jalur kereta api diketegerikan menjadi dua bagian, pertama kerusakan yang di sebabkan memuainya karena panas dan gesekan dengan benda lain yang menyebabkan kondisi rel menjadi rusak dan patah dan yang lain disebabkan oleh bencana alam seperti banjir atau longsor, kerusakan sendiri memiliki karakteristik yang berbeda - beda, sedangkan identifikasi kerusakan yang paling bagus adalah menggunakan metode secara visual.

Faktor alasan identifikasi secara visual adalah dikarenakan terbatasnya cara pandang manusia dalam mengidentifikasi kerusakan yang disebabkan bukan hanya pada bagian tekstur atau permukaan bantalan rel, metode visual pengambilan bisa dipasangkan langsung menggunakan kamera pada kereta yang masih dalam kondisi berjalan, pengambilan gambar secara langsung ini akan menyebabkan tingkat keakurasian pengambilan gambar berkurang yang disebabkan oleh geteran dan tingkat pantulan cahaya yang memantul dari objek kereta, pada kereta dengan kecepatan tinggi pengambilan gambar akan dilakukan secara cepat tapi kondisi ini harus diimbangi dengan kemampuan komputer dalam memproses sebuah image, kondisi yang ideal adalah kondisi antara data gambar harus diambil secara jelas dan tingkat pencahayaan harus diseting secara benar, sistem kalibrasi dilakukan dengan mengatur komposisi warna gangguan cahaya pada *background* yang diambil [10].

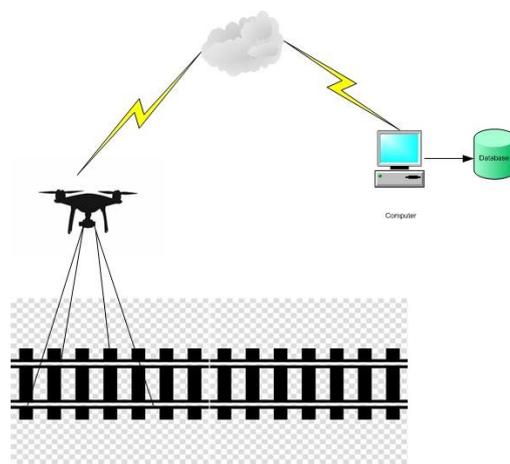
Metode diteksi kerusakan memiliki tiga komponen yaitu metode *machine vision*, dimana metode ini akan memeriksa permukaan dari objek yang akan diuji, hal yang paling penting adalah kita memastikan pengambilan gambar memiliki kualitas *image* yang tajam dan tingkat pencahayaan yang stabil, pada umumnya untuk meningkatkan nilai akurasi biasanya alat atau camera yang dipergunakan menggunakan penambahan komponen LED, saat pengambilan gambar dengan komposisi warna hue (h) digunakan untuk mengekstraksi warna dari objek yang sebenarnya, proses ini akan memangkas waktu penggunaan data dimana metode ini sangat efektif dalam membaca kerusakan permukaan rel pada area yang lebih kecil [11].

Gambar format RGB diambil dari sebuah frame yang nantinya data tersebut akan dikonversi menjadi bentuk *Grayscale* yang diproses dengan sebuah konsep algoritma, data yang diambil akan ditajamkan dengan metode *canny* dan diteksi tepi, kerusakan pada gambar akan dikurangi dengan menerapkan teknik *morfological proses*, proses ini selanjutnya adalah pengurangan latar belakang yang akan memungurangi pengukuran data dari objek utama [12].

Penghilangan latar belakang pada gambar akan menambahkan nilai akurasi sedangkan sistem penajaman gambar menggunakan *Houg Transform* dengan memindahkan garis tepi pada objek gambar rel [13].

Tahapan proses diteksi bisa dilakukan dengan memproses data image yang dipasangkan dengan kamera yang terletak dibawah roda kereta api, gambar rel kereta api memerlukan sebuah algoritma yang tepat untuk menghitung parameter rusak tidaknya rel tersebut, metode ini memiliki kecepatan data dan akurasi pembacaan yang lebih cepat [14].

III. MERTODE PENELITIAN



Gambar 1.1 sistem monitoring jalur kereta api menggunakan drone

sistem monitoring jalur rel menggunakan drone bisa berjalan dengan dukungan komponen penting lainnya , komponen tersebut antara lain :

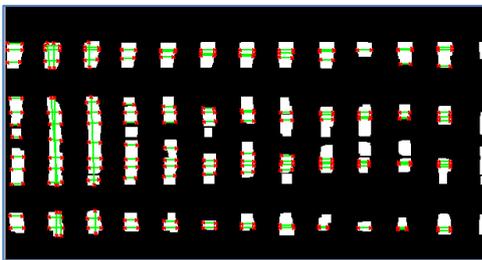
- a. **Drone**
Drone merupakan komponen penting pada sistem *tracking* jalur kereta api, kondisi drone sendiri memiliki kemampuan terbang yang konstan, drone bisa membaca objek rel secara jalur dan terbang secara konstan.
- b. **Server**
Fungsi dari *server* sendiri berfungsi untuk menyimpan data jalur kereta yang sedang diperiksa oleh *drone*, data bisa disimpan langsung pada *drone* atau langsung dikirimkan melalui *server*, dengan menggunakan metode ini data *image* bisa langsung dianalisa oleh komputer dan bisa diakses oleh petugas kereta tanpa terganggu oleh jarak, *server* bisa diakses oleh petugas dilapangan ataupun dikantor pusat sehingga kondisi rel pada saat pemeriksaan bisa langsung terlihat hasilnya.
- c. **Cloud**
Fungsi *cloud* adalah komponen penting dan bisa diakses kapan pun, saat pemeriksaan terjadi maka

drone akan mengirimkan data melalui *cloud computing*, data masuk ke dalam server dan jika ditemukan pergeseran pada rel komputer akan mengirimkan data secara *realtime*.

d. Data ImagNet

Setiap data yang diambil dari drone akan disimpan pada sebuah server dalam bentuk image, data dari rekaman sebelumnya akan dicek kembali dan dibandingkan dengan data pada server, data pergeseran akan diberi tanda marking berwarna merah yang menandakan kondisi rel memiliki pergeseran diatas batas normal, penandaan tersebut bisa muncul berdasarkan perhitungan *feret* algoritma yang akan membaca dan mengukur tiap sambungan yang pada rel.

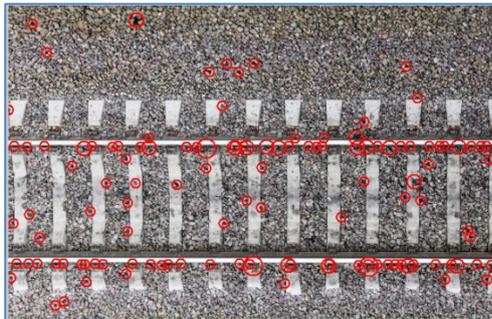
I.IV . IMPLEMENTASI SISTEM



Gambar 1.2 Sistem Pembacaan Jalur Rel

Keterangan :

Pada gambar 1.2 diatas adalah sebuah proses pengolahan data rel dengan membaca tebal bantaran besi yang ada pada rel, fungsi deteksi tersebut adakah untuk melihat ada tidaknya kerusakan atau penurunan ukuran dari bantaran rel.



Gambar 1.3 Sistem struktur sambungan Jalur Rel

Keterangan :

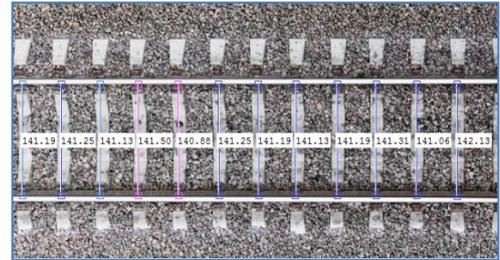
Pada gambar 1.3 diatas adalah proses pemeriksaan pada sambungan rel, pemeriksaan dilakukan dengan teknik image pada tiap sudut rel.



Gambar 1.4 Sistem struktur sambungan Jalur Rel

Keterangan :

Pada gambar 1.4 diatas adalah pemeriksaan bantalan luar dari rel, jika pada bagian tersebut terdapat pergeseran sambungan rel pada bagian luar.



Gambar 1.5 Sistem pengukuran jarak bantalan rel dengan metode *image processing*

Keterangan :

Pada gambar 1.5 diatas adalah proses pembacaan data dan pemberian tanda marking setelah melewati proses pemeriksaan sudut dengan algoritma *feret*, algoritma tersebut memberikan tanda pada setiap bantalan rel yang memiliki ukuran normal jarak antara ujung rel dan rel lainnya adalah 1.41 cm, ukuran tersebut merupakan ukuran normal dan hanya terdapat sedikit pergeseran 1.41,5 cm dan masih dalam batas normal.

IV. KESIMPULAN

Sistem pemeriksaan jalur kereta menggunakan bantuan *drone* terbukti lebih cepat dan efektif, *drone* sendiri memiliki kemampuan dan kapabilitas yang tinggi dalam memantau dan mengawasi objek rel, gambar jalur kereta api akan dianalisa oleh sistem menggunakan teknik *image processing*, sedangkan pemanfaatan dan penyimpan data pada *cloud* dijadikan sebagai acuan data analisis jalur kereta, jika pada jalur yang sama terdapat perbedaan atau pergeseran maka sistem akan memberikan tanda marking secara visual. akurat tidaknya penelitian tergantung dari *drone* yang digunakan serta waktu pengambilan gambar, hasil pemeriksaan data dengan teknik *image processing* dengan bantuan algoritma *feret* mampu mengukur pergeseran hingga ukuran cm, pada ukuran normal sistem menampilkan label visual pada bantalan rel dengan warna biru yaitu ukuran sudut rel 1,40 cm sedangkan warna merah adalah ukuran bantalan rel lebih dari 1,41 -1,42 dan masih dalam kondisi normal. Pada penelitian ini kondisi gambar sangat mempengaruhi kualitas kamera yang digunakan pada *drone* itu sendiri, pengiriman gambar ini bisa melalui koneksi dari *drone* menuju ke *cloud* atau komputer pusat sehingga diperlukan pengambilan gambar yang berulang pada jalur yang sama karena data tidak terkirim pada server yang disebabkan terputusnya koneksi, saran penelitian selanjutnya adalah menggunakan database dan penyimpanan data yang lebih pada kamera sehingga jika data gambar terhambat sistem bisa mempergunakan data

memori yang ada pada drone, sedangkan untuk koneksi jaringan harus dikembangkan dengan perangkat yang lebih baik sehingga koneksi antara drone dan komputer pusat tidak terputus.

II.REFERENSI

- [1] AR Weeks ; HR Myler, "Edge detection of color images using the HSL color space," in *Proc. SPIE – Int. Soc. Opt. Eng. 2424*, 1995.
- [2] Q Li ; S Ren;, "A visual detection system for rail surface defects," *IEEE Trans Syst. Man. Cybern.*, vol. 6, p. 1531–1542 , 2012.
- [3] M Sonka; V Hlavac;, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision," university Press, Beijing, 2011.
- [4] "Inspection and monitoring of railway infrastructure using aerial drones," *Inspection and monitoring of railway infrastructure*, Bangkok, 2019.
- [5] S. Li ; Z. Wu,, "Development of Distributed Long-gage Fiber Optic Sensing System for Structural Health Monitoring," in *Structural Health Monitoring*, vol. 6, pp. 133-143, 2007.
- [6] S. Peasgood ; M. Valentin., "Drones: a rising market, an Industry to Lift your Returns," *Sophic Capital*, 2015.
- [7] Shailesh D. Kuthe; Sharadchandra A. Amale; Vinod G. Barbuddhye;, "Smart Robot for Railway Track Crack Detection System Using LED-Photodiode Assembly," *Advance Research in Electrical and Electronic Engineering (AREEE)*, vol. 2, no. 5, pp. 2349-5804, 2015.
- [8] Reenu George; Divya Jose; Gokul T G ; Keerthana Sunil ;Varun A G , "Automatic Broken Track Detection Using IR Transmitter and Receiver," *International Journal of Advanced Research in Electrical Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 4, no. 4, 2015.
- [9] B. Saritha ; P.Elakiya ; S.Mathavi; M.Monika ; V.Nivetha;, "To Prevent the Animals Accident and Trackcrack Detection System for Railways," *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 5, no. 3, 2017.
- [10] Gimy Joy; Jyothi R;, "A Real Time Visual Inspection System for Rail Flaw Detection," *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, pp. 07-15, 2015.
- [11] Yongzhi Min ; Benyu Xiao; Jianwu Dang; Biao Yue ; Tiandong Cheng, "Real time detection system for rail surface defects based on machine vision," *EURASIP Journal on Image and Video Processing defects based on machine vision*, vol. 3, 2018.
- [12] H. Yetis; M. Karakose, "Adaptive Vision Based Condition Monitoring and Fault Detection Method for Multi Robots at Production Lines in Industrial Systems," *International Journal of Applied Mathematics*, vol. 4, pp. 271-276, 2016.
- [13] Y. Liu ; S. Zhou, , "Detecting Point Pattern of Multiple Line Segments Using Hough Transformation," *In IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, vol. 28, no. 1, pp. 13-24, 2015.
- [14] Canan Tastimur; Hasan Yetis; Mehmet Karaköse; Erhan Akın, "Rail Defect Detection and Classification with Real Time Image Processing Technique," *International Journal of Computer Science and Software Engineering (IJCSSE)*, vol. 5, no. 12, pp. 283-290, 2016.
- [15] Y. Liu ; S. Zhou,, "Detecting Point Pattern of Multiple Line Segments Using Hough Transformation," *In IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, vol. 28, no. 1, pp. 13-24, 2015.