

## **Rancang Bangun Alat Pemeriksa *Run Out* Roda Gigi menurut Standar ISO 1328**

Iwan Gunawan, Antonius Adi Soetopo, Rahmat Romadhona Prayoga

Teknologi Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

Email: [igoen31@gmail.com](mailto:igoen31@gmail.com)

---

### **Informasi Artikel:**

*Received :*  
7 Agustus 2019

*Accepted :*  
23 September 2019

*Available*  
23 Desember 2019

---

### **ABSTRAK**

Power Train Otomotif (P3TO) Polman Bandung saat ini dilakukan pengembangan berupa *gearbox utility vehicle*. Salah satu parameter yang menjadi acuan pada kualitas produk roda gigi yaitu run-out. Berdasarkan standar ISO 1328:1976, Run Out of Gear adalah metode pemeriksaan penyimpangan kesalahan putar RCE (radial composite error) pada sepasang roda gigi. Rancang Bangun Alat pemeriksa run out ini dibuat dengan prinsip kerja roda gigi diputar motor stepper dan pembacaan run-out digunakan sensor LVDT (linear variable differential transformator) melalui program *software* interface mikrokontroler Arduino. Sehingga dihasilkan data aktual nilai pengukuran run out sepasang roda gigi dalam bentuk grafik file (.csv) dan (.txt). Pada alat pemeriksa run out ini dilakukan pemeriksaan RCE terhadap sepasang roda gigi Otomotif ISO grade 8 (modul 2, Z=34, toleransi RCE = 0.09 mm) . Berdasarkan Hasil pengukuran didapatkan RCE sebesar 0.10 mm. Hasil analisa penyimpangan RCE tersebut diakibatkan akumulasi penyimpangan toleransi ketegak-lurusan dan kesejajaran sumbu serta dimensi geometri profil roda gigi saat proses pembuatan produk roda gigi.

---

### **Kata Kunci:**

Run out roda gigi  
Radial composite  
Error  
Sensor LVDT  
Mikrokontroler  
arduino  
ISO 1328

---

### **ABSTRACT**

*One of the parameters is the reference to the quality of the gear that is run-out. Run-out is the change in the location of the current element rotates against a fixed point on the axis of reference. The method used to check for errors swivel gear that is by turning the gears are checked with the master gear. Checker tool run-out of gears using stepper motors as gear and readings players run-out using LVDT sensors. Mechanical construction specifications that is the distance between spindle capacity maximum 170 mm. Maximum run-out that can be read by the LVDT sensor is 3.50 mm. The operating system uses an interface program that can be adapted to the gear to be checked. Inspection run-out gear carried on a pair of straight gears are split into two parts with module 2, number of teeth 34. The examination was conducted at four different gear positions, tolerance RCE (radial composite error) allowed for automotive applications (ISO grade 8) is 0.09 mm, where the measurement results obtained from the smallest RCE at position 3 (1A on z-1 and 1B on the z - 19) at 0.10 mm so we can say that the measured gear can not be used for automotive applications because the measured RCE exceed permissible limits.*

## 1 PENDAHULUAN

Polman Bandung saat ini sedang melakukan pengembangan *utility vehicle* melalui Pusat Pengembangan *Power Train* Otomotif (P3TO). Dalam pengembangan ini perlu dilakukan kajian pada konstruksi *gearbox* yang terdiri atas rangkaian pasangan roda gigi yang saling berhubungan. Hasil *assembling* antar pasangan roda gigi diharapkan dapat menghasilkan putaran roda gigi yang halus, sehingga transmisi daya dapat optimal dan tidak menyebabkan timbulnya kerusakan – kerusakan yang tidak diharapkan.

Salah satu parameter yang menjadi acuan kualitas produk roda gigi yaitu *run-out* putaran sepasang roda gigi. Berdasarkan standar ISO 1328:1976 [3], *Run-out of Gear* adalah metode pemeriksaan penyimpangan kesalahan putar *RCE (radial composite error)* pada sepasang roda gigi [4][5].

Pada pemeriksaan penyimpangan kesalahan putar *RCE (radial composite error)* ini diperlukan suatu alat pemeriksaan khusus yang digunakan yang disebut Pemeriksa *Run-Out*. Agar proses pengukuran roda gigi tidak membutuhkan banyak waktu dan mengurangi *human error*, maka sistem pada alat ini dibuat menjadi semi otomatis dan terintegrasi dengan komputer [2].

Adapun tujuan penelitian ini menghasilkan alat pemeriksa *run-out* roda gigi terdiri dari konstruksi sistem mekanik, sistem kontrol dan pemrograman sehingga dapat melakukan pemeriksaan *run-out* pada produk sepasang roda gigi. Sehingga dengan adanya alat ini dapat meningkatkan pemahaman untuk memperkaya dan menjadi nilai tambah dalam pengajaran teknik manufaktur, sebagai media praktikum atau media ajar (*teaching aid*) bagi pendidikan di program studi Teknik Manufaktur.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melaksanakan kegiatan Penelitian ini dilakukan dengan 2 kegiatan yang saling terkait. Proses pembuatan alat pemeriksa *run-out* roda gigi dilanjutkan dengan kajian proses pengukuran terhadap *roda gigi* hasil pemesinan. Juga dilakukan serangkaian kegiatan analisis baik itu menggunakan alat pemeriksa *run-out* roda gigi maupun menggunakan *software* Arduino dan PLX\_DAQ [1][2]. Untuk melaksanakan kegiatan analisis menggunakan *software* dapat dilakukan seiring pengukuran terhadap *roda gigi* hasil pemesinan. Kegiatan berikutnya adalah membuat laporan karakteristik *run-out* roda gigi untuk *roda gigi* produk pemesinan berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukannya oleh *software* Arduino dan PLX\_DAQ.

### a) Perencanaan

Pada tahap perencanaan, seluruh pihak yang terlibat pada penelitian ini dikumpulkan untuk memberikan saran dan informasi kemudian dibuatkan penjadwalan dan pembagian tugas dalam melaksanakan kegiatan penelitian ini.

### b) Perancangan dan Pembuatan alat pemeriksa

Tahap perancangan ini dilakukan untuk merancang alat pemeriksa *run-out* roda gigi serta diserahkan ke bagian fabrikasi untuk dibuat sesuai dengan

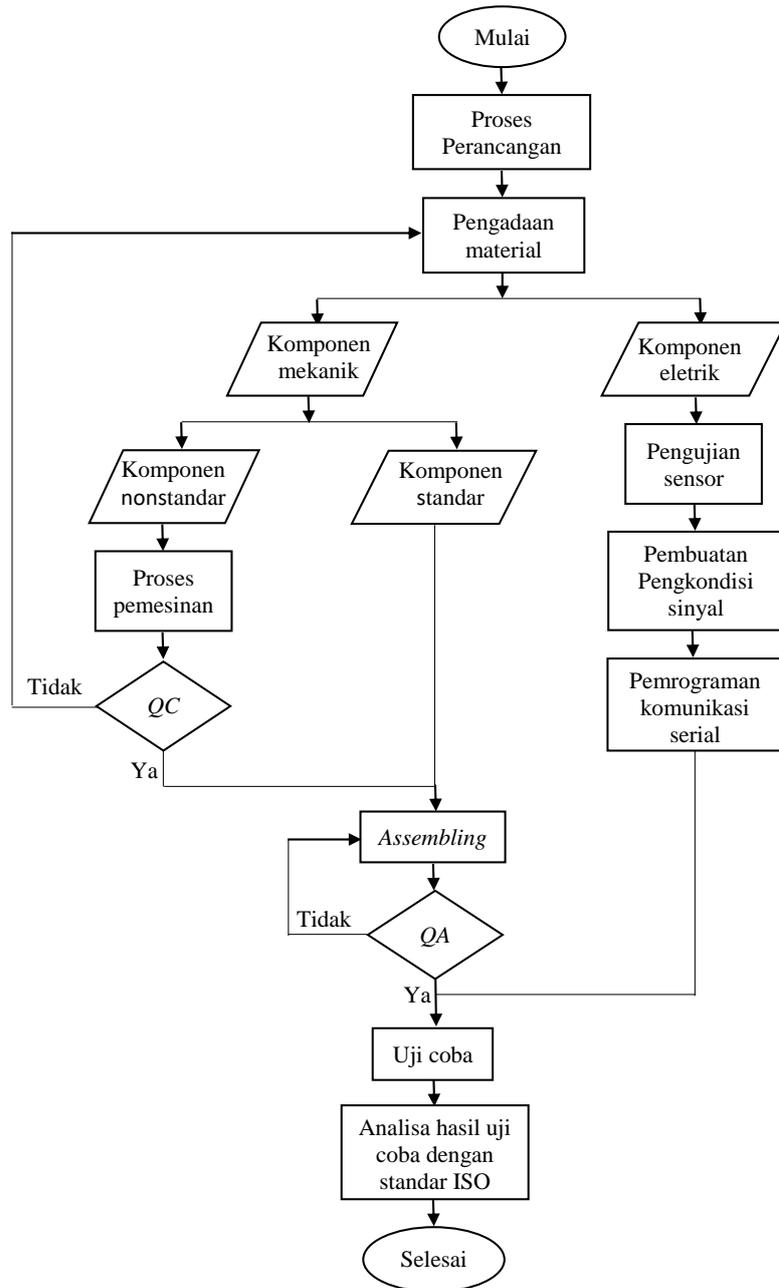
rancangan. Hasil rancangan ini juga berguna sebagai data-data untuk melakukan analisis pemeriksaan *run-out roda gigi* menggunakan *Software* Arduino dan PLX\_DAQ<sup>1</sup>.

- c) **Pemodelan Analisis dan Pengujian Lanjut**  
Berdasarkan alat pemeriksa *Run-Out Test Gear* yang dibuat dilanjutkan dengan pemodelan analisis menggunakan master roda gigi sebagai awal untuk melakukan analisis Proses pemeriksaan *run-out roda gigi*. Bersamaan dengan kegiatan pemodelan tersebut dilakukan juga proses pengujian untuk beberapa produk roda gigi hasil.
- d) **Analisis *Run-Out Test Gear* dan Pengukuran Hasil Pengujian**  
Setelah pemodelan analisis selesai maka dilanjutkan dengan proses analisis untuk pengukuran produk roda gigi dengan parameter roda gigi yang sama dengan roda gigi yang diujikan sampai didapatkan data-data hasil analisis.
- e) **Pembuatan Laporan Perbandingan *Run-Out* Hasil Analisis dan Hasil pengukuran**  
Dari data-data yang telah terkumpul baik dari hasil analisis *Software* Arduino dan PLX\_DAQ maupun dari hasil pengujian dibuatkan masing-masing laporan yang berisi data-data tentang Penyimpangan rodagigi yang diperiksa yang terjadi. Laporan yang dihasilkan dari kedua proses baik proses analisis maupun proses pengukuran kemudian dibandingkan untuk dilihat sejauh mana perbedaan hasil pengukuran dengan hasil analisis.

---

<sup>1</sup> Ilmu Web Site Himaone Center, *Dasar-Dasar Motor Stepper* , (<http://www.himaone.net/>), diakses 9 sepetember 2018.

Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut:



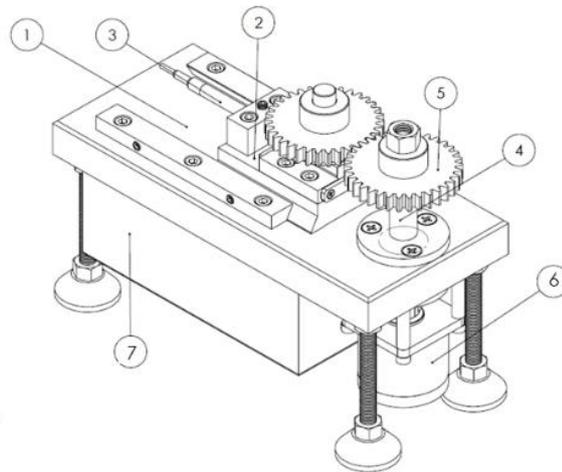
Gambar 1. Diagram Tahapan Penelitian alat pemeriksa *run-out* roda gigi

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pembuatan Sistem Mekanik

Berikut ini adalah hasil rancangan konstruksi alat pemeriksa *run-out* roda gigi, dengan keterangan sebagai berikut.

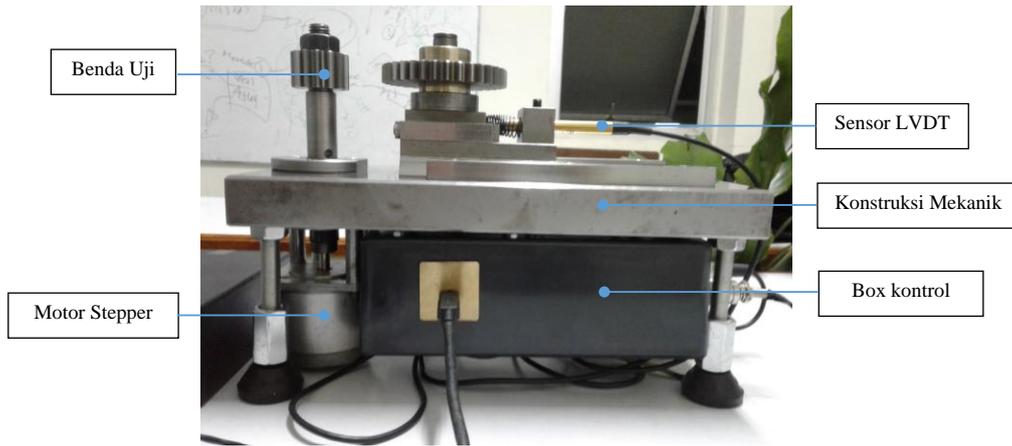
1. Base plate
2. Unit slider
3. Sensor LVDT
4. Poros
5. Benda uji
6. Motor stepper
7. Box kontrol



Gambar 2 Konstruksi alat pemeriksa *run-out* roda gigi

*Base plate* (2) berfungsi sebagai tempat duduknya unit *slider* dan poros. Unit *slider* terdiri atas dua *slider* yang memiliki bentuk ekor burung dimana *clearance* dapat diatur sehingga dapat menjamin gerakan *slider* hanya terjadi pada arah radial roda gigi. Poros berfungsi sebagai dudukan roda gigi.

Prinsip kerja dari alat pemeriksa *run-out* ini yaitu roda gigi A (5) dipasangkan dengan roda gigi B, roda gigi B akan menekan roda gigi A karena adanya pegas yang mendorong slider (2) sehingga tidak ada *backlash* antara pasangan roda gigi A dan B. Kemudian roda gigi A diputar oleh motor (6), kesalahan dari variasi tebal gigi dari kedua roda gigi akan membuat *slider* sebagai dudukan poros B bergerak pada arah radial relatif terhadap poros A (4) yang diam. Gerakan ini akan terbaca oleh sensor *LVDT* (3) yang terpasang sejajar dengan arah gerakan *slider*. Hasil assembling pembuatan alat pemeriksa run out roda gigi dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.

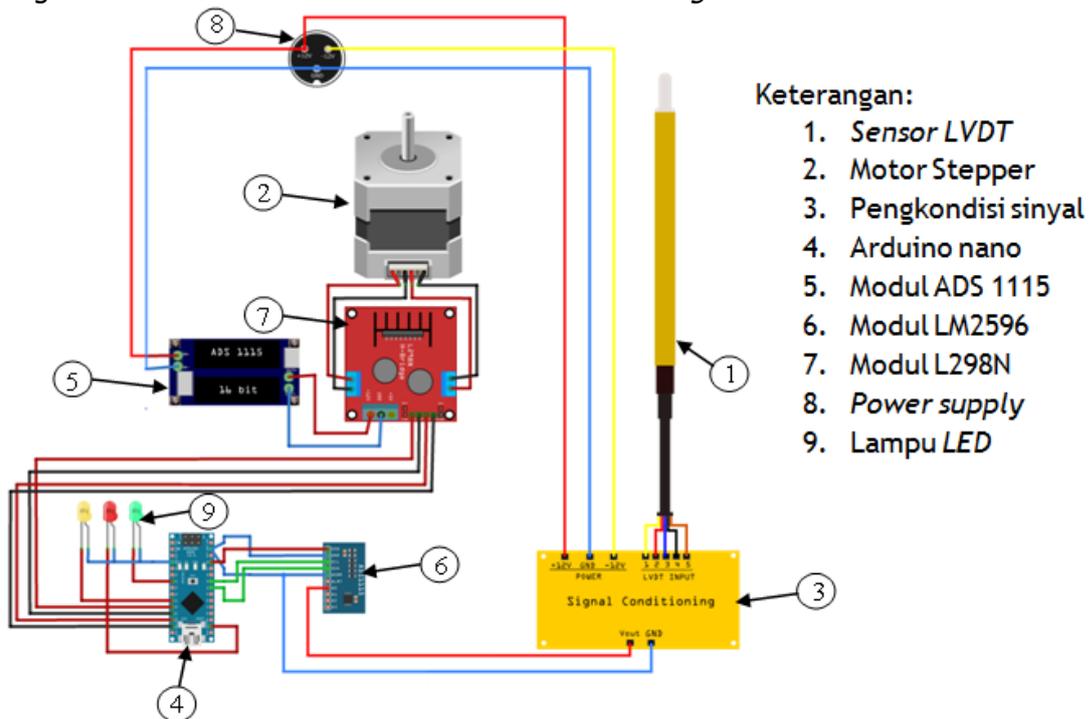


Gambar 3 Hasil pembuatan alat pemeriksa run-out roda gigi

Spesifikasi konstruksi mekanik alat pemeriksa *run-out* roda gigi yang dibuat yaitu, kapasitas jarak antar poros minimum 48 mm, dan maksimum 170 mm, dengan penyimpangan kelurusan gerakan *moving slider 1* sebesar 0.01mm. *Run-out* maksimal yang dapat dibaca oleh sensor yaitu 3.5 mm.

### 3.2 Pembuatan Sistem Kontrol

Sistem kontrol yang terdapat pada alat *run-out* ini harus memenuhi dua fungsi utama yaitu sebagai kontrol sensor dan kontrol motor. Berikut *wiringschematic* dari sistem kontrol.

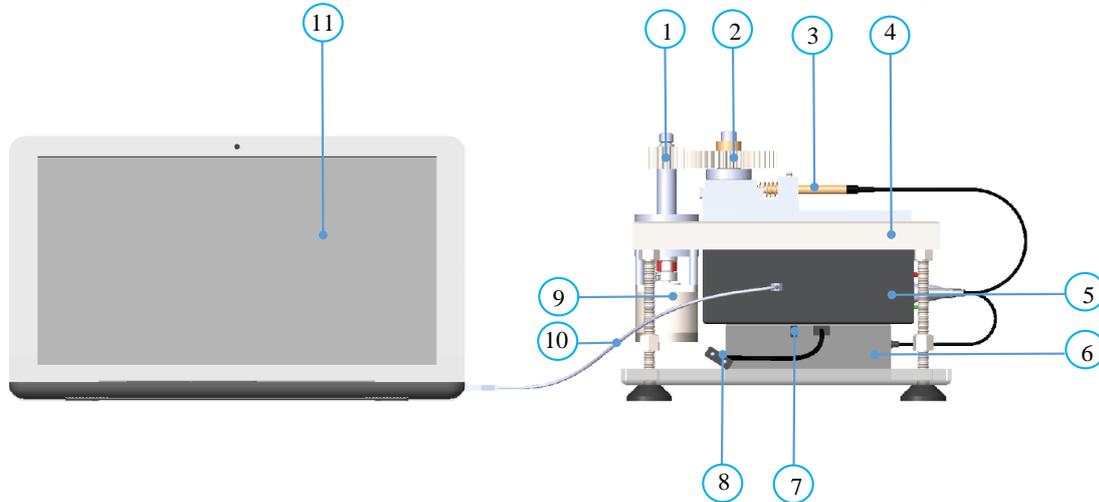


Gambar 4 Wiring sistem control

Sensor *LVDT*(1) berfungsi untuk mendeteksi perubahan posisi *slider* akibat *run-out* dari roda gigi. Motor stepper(2) digunakan untuk memutar roda gigi pada saat proses pemeriksaan roda gigi. Rangkaian pengkondisi sinyal (3) berfungsi untuk membangkitkan

tegangan pada sensor *LVDT*, mengubah, memfilter, dan menguatkan tegangan keluaran dari sensor agar dapat dihubungkan atau dibaca oleh mikrokontroler. Arduino uno(4) digunakan sebagai mikrokontroler sebagai kendali sistem motor dan sensor. Modul ADS 1115(5) berfungsi untuk meningkatkan resolusi sinyal sensor. Modul LM2596(6) berfungsi untuk menurunkan tegangan DC. Modul L298N(7) berfungsi sebagai *driver* motor. *Powersupply*(8) berfungsi sebagai sumber tegangan DC. Lampu *LED*(9) berfungsi sebagai indikator proses pengukuran.

Berikut adalah model ilustrasi instalasi pada alat pemeriksa *run-out* roda gigi.



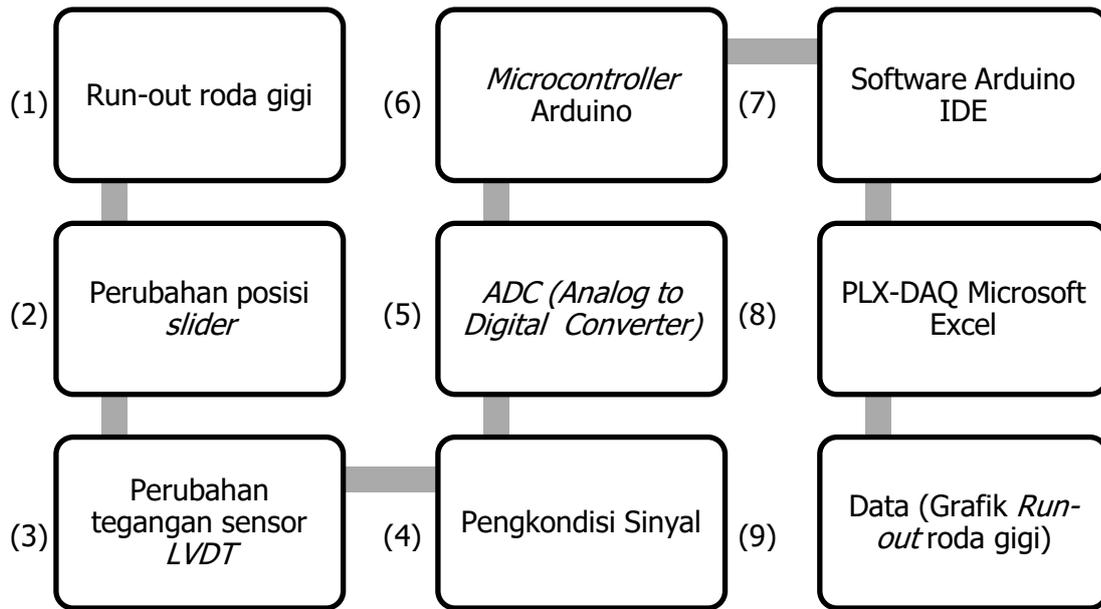
Gambar 5 Instalasi alat pemeriksa *run-out* roda gigi

Keterangan:

- |                       |                              |                      |
|-----------------------|------------------------------|----------------------|
| 1. Roda gigi master   | 5. Unit kontrol              | 9. Motor stepper     |
| 2. Roda gigi test     | 6. <i>Power supply</i>       | 10. Kabel <i>USB</i> |
| 3. Sensor <i>LVDT</i> | 7. <i>Jack USB</i>           | 11. Unit komputer    |
| 4. Konstruksi mekanik | 8. Kabel <i>power supply</i> |                      |

### 3.3 Skema Sistem pengolahan data pengukuran *Run-out* Roda gigi

Berikut skema sistem pengolahan data pengukuran *run-out* roda gigi



Gambar 6 Skema sistem pengolahan data pengukuran *run-out* roda gigi

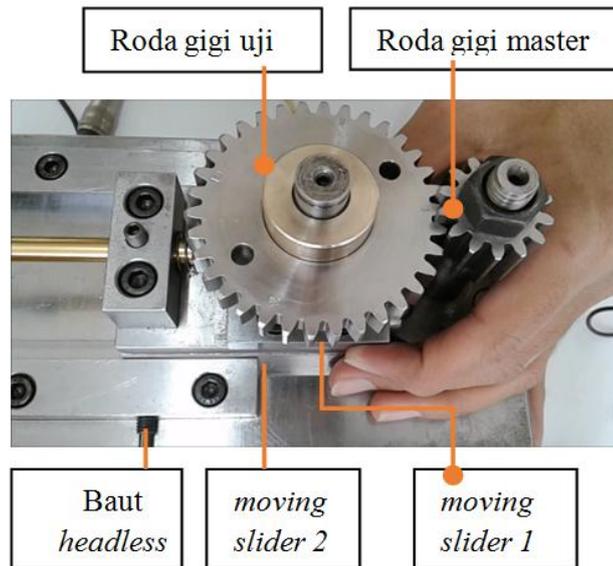
Berikut adalah penjelasan skema pengolahan data alat pemeriksa *runout* roda gigi.

1. Diawali dari runout yang muncul dari roda gigi menimbulkan gaya.
2. Gerakan slider akibat gaya radial dari penyimpangan (*run-out*) roda gigi akan menjadi input yang menggerakkan inti sensor LVDT.
3. Perubahan posisi inti akan mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor.
4. Tegangan yang dihasilkan dari sensor tidak dapat langsung ditransfer ke microcontroller karena tegangannya lemah, perlu dikuatkan menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal. Tegangan keluaran dari pengkondisi sinyal berkisar antara 0 – 5 volt.
5. Tegangan yang dihasilkan memungkinkan perubahan yang sangat kecil karena perubahan posisi yang kecil, perlu digunakan *ADC external* karena modul ini memiliki kemampuan membaca tegangandengan resolusi yang tinggi.
6. Sinyal digital dari *ADC* akan dikirim ke *microcontroller* agar bisa dihubungkan ke unit komputer
7. Untuk menghubungkan *microcontroller* dengan komputer digunakan *software* Arduino IDE. *Software* ini berfungsi untuk memprogram microcontroller untuk menerima sinyal yang berasal dari sensor sekaligus untuk mengontrol motor stepper.
8. Untuk mengakuisisi data dari microcontroller dan dapat terbaca di Microsoft excel, digunakan aplikasi PLX-DAQ.
9. Dengan menggunakan program excel, data yang masuk akan diubah menjadi grafik *run-out* yang dapat dibaca dengan mudah.

### 3.4 Teknik Penggunaan Alat Pemeriksa *Run-out* Roda Gigi

Berikut adalah cara penggunaan alat pemeriksa *run-out* roda gigi.

Rancang Bangun Alat Pemeriksa *Run Out* Roda Gigi menurut Standar *ISO 1328*



Gambar 7. *Setting slider* roda gigi

(a)Pasang roda gigi (sebagai master) dan roda gigi uji pada poros. (b)Atur posisi awal pasangan gigi antara roda gigi master dan uji. (roda gigi master berputar searah jarum jam). (c) Atur posisi *moving slider1*, hingga roda gigi uji menekan roda gigi master. (d) Pastikan posisi *moving slider2* berada di tengah range lintasan sensor yaitu 3.5 mm, untuk memberi ruang *moving slider 2* bergerak pada saat pengukuran dilakukan. (e) Lalu kunci *moving slider 1* dengan mengencangkan baut *headless* di bagian sisinya.(f)Buka menu program run test gear di komputer, sehingga tampil menu layar seperti Gambar di bawah ini

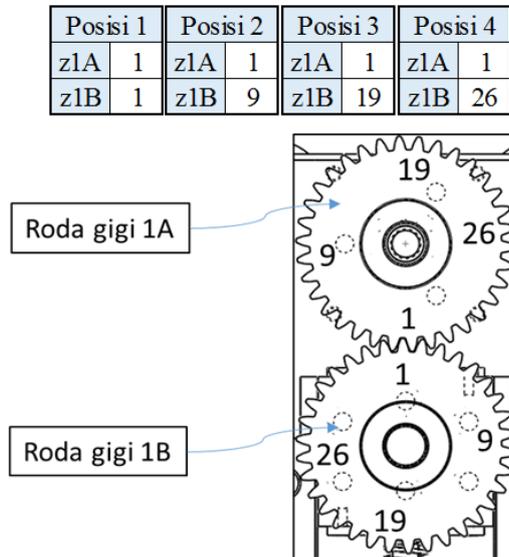


Gambar 8. *Form interface* pengukuran

Selanjutnya Tekan tombol "SCAN PORT"(2) lalu tekan "CONNECT" (3). Isi *text box* "Z master" (4) dan "Z test" (5) dengan jumlah gigi roda gigi yang digunakan, tekan "Reset" (9), lalu tekan "Run" (8) Perhatikan grafik (11) dan nilai "Run out" (12) yang keluar. Tekan "Save" (10) jika ingin menyimpan data hasil pengukuran.

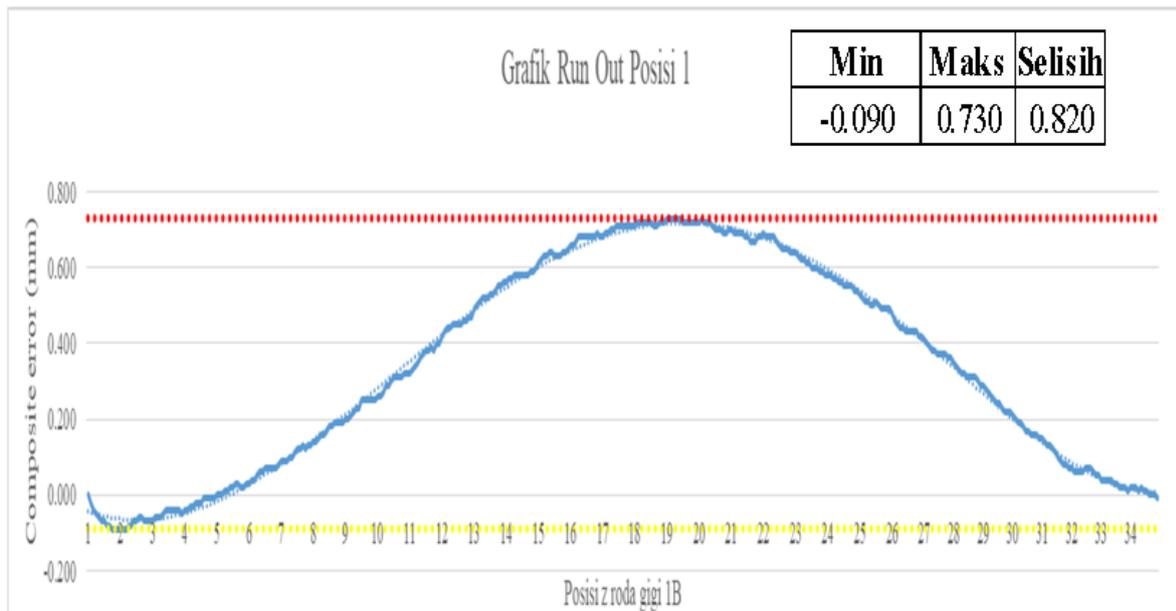
### 3.5 Pengukuran

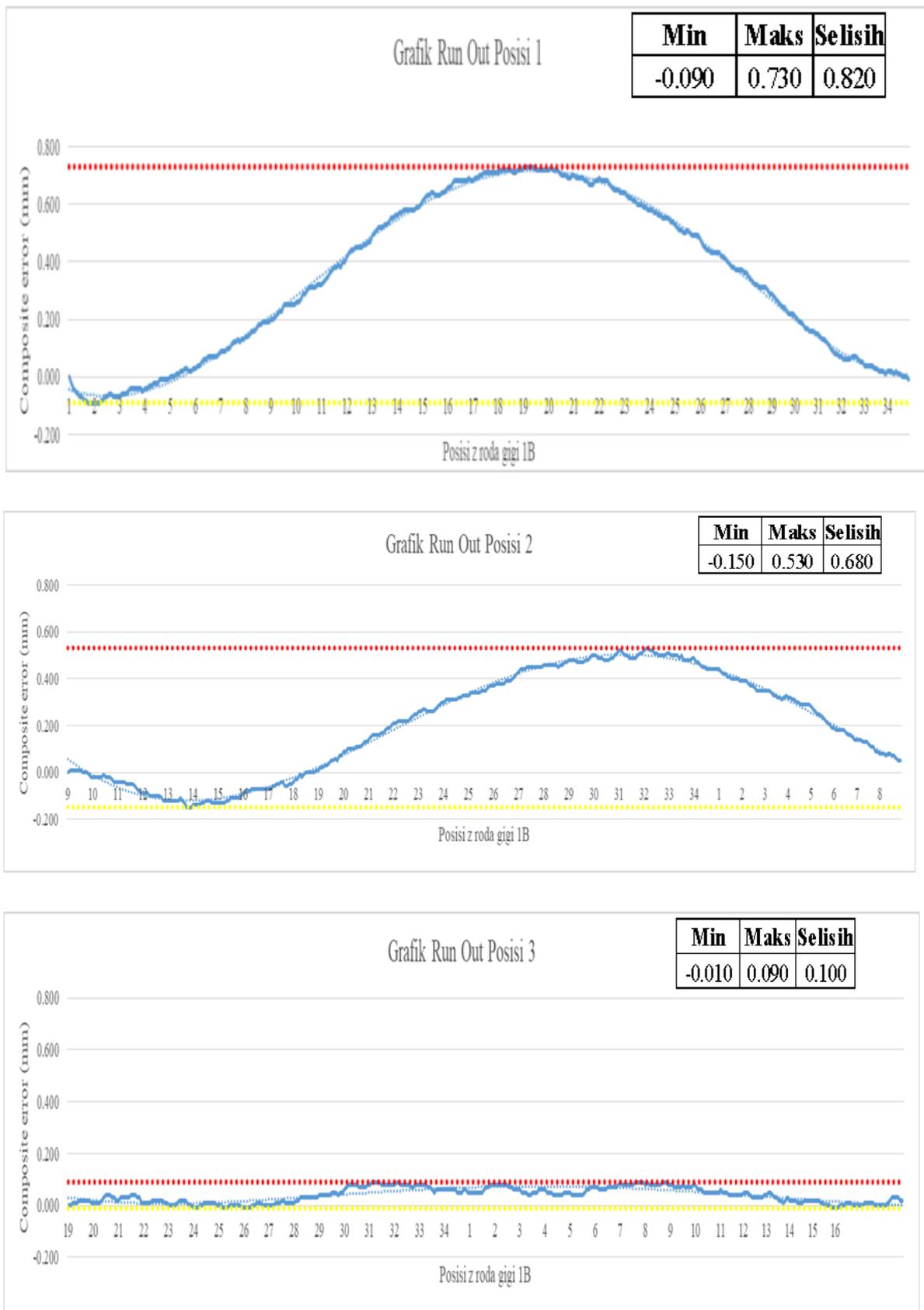
Berdasarkan pelaksanaan penelitian, untuk satu kali proses pengukuran *run-out* roda gigi dibutuhkan waktu 3 menit terdiri dari waktu setting posisi 2 menit dan waktu pengukuran 1 menit. Adapun hasil proses pengukuran roda gigi pada 4 posisi sepasang roda gigi diatur seperti Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Empat posisi pengukuran

maka diperoleh grafik hasil pengukuran *run-out*, seperti Gambar di bawah ini.





Gambar 10. Grafik run out pada empat posisi pengukuran

Dari perbandingan grafik ke-empat posisi hasil pengukuran *run-out* diatas, diperoleh penyimpangan toleransi untuk posisi 1=0.820 mm , posisi 2=0.680 mm , posisi 3=0.100 mm dan posisi 4=0.540 mm . Mengacu pada standar aplikasi roda gigi otomotif *grade 8*, dimana toleransi *run-out* maksimum sebesar 0.09 mm. Maka Produk roda gigi yang diukur tersebut, tidak memenuhi kriteria yang distandarkan. Namun untuk posisi *assembling* direkomendasikan pada posisi 3 yaitu posisi roda gigi 1A pada z ke-1 dengan posisi roda gigi 1B pada z ke-19 karena memiliki nilai *run-out* terkecil yaitu 0.10 mm.

#### 4 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut : Penelitian menghasilkan Alat pemeriksa *run-out* roda gigi yang memiliki Spesifikasi konstruksi mekanik berkapasitas jarak antar poros maksimum 170 mm dan Range maksimal *Run-out* 3.50 mm dan pembacaan *run-out* digunakan sensor *LVDT (linear variable differential transformer)* melalui program *software* interface mikrokontroler Arduino.

Pada kegiatan penelitian ini dilakukan simulasi aplikasi Pemeriksaan *run-out* roda gigi otomotif terhadap referensi standard *grade 8- ISO1998* yaitu toleransi *RCE (Radial Composite Error)* yang diizinkan sebesar 0.09 mm. Simulasi yang dilakukan membutuhkan waktu 4 menit untuk proses Pemeriksaan *run-out* pada 4 posisi gigi yang berbeda terhadap sepasang produk roda gigi lurus modul 2, jumlah gigi  $z=34$ . Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan *RCE* yang bervariasi setiap posisinya dan yang terkecil pada posisi 3 (1A pada z ke- 1 dan 1B pada z ke-19) terukur sebesar 0.10 mm yang berarti melebihi batas *RCE* yang diizinkan standard *grade 8- ISO1998*. Hasil analisa penyimpangan *RCE* tersebut diakibatkan akumulasi penyimpangan toleransi ketegak-lurusan dan kesejajaran sumbu serta dimensi geometri profil roda gigi saat proses pembuatan produk roda gigi

#### 5 REFERENSI

- [1] Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*; Informatika Bandung, 2017
- [2] Himma, Analis. & dkk, *Perancangan Alat Pendeteksi Ketebalan Plastik Pada Industri Plastik Dengan Menggunakan Sensor LvdT Secara Digital*. Universitas Brawijaya-Malang, 2014
- [3] Höllger, Siegbert, *Matematika Teknik untuk Kejuruan Logam*- Jakarta, 1994
- [4] International Standards Organization, *Mechanical Transmissions*-Geneva, 1988.
- [5] Rochim, Taufiq, *Spesifikasi, Metrologi, & Kontrol Kualitas Geometrik*, Penerbit ITB Bandung, 2001
- [6] Wittel, H., & dkk. *Roloff/Matek Maschinenelemente*. Springer Vieweg-Germany. 2013