

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

Iwan Gunawan

Jurusan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

Jl. Kanayakan No. 21 Bandung 40135

e-mail : igoen31@gmail.com

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 transformer) 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

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, *Run Out of Gear* adalah metode pemeriksaan penyimpangan kesalahan putar RCE (*radial composite error*) pada sepasang roda gigi.

Untuk 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.

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.

2. Metodologi

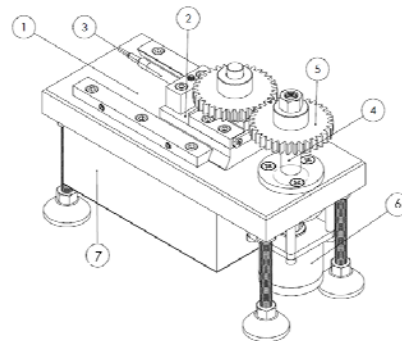
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tahapan perencanaan yang berisi mengenai ide atau konsep awal alat pemeriksa *run-out* roda gigi yang akan dibuat, tahapan pembuatan berisi proses pembuatan sistem mekanik dan sistem kontrol alat, tahapan pengukuran yang berisi proses pengukuran roda gigi menggunakan alat pemeriksa *run-out* roda gigi yang dibuat, dan tahapan

pengolahan data yang dihasilkan dari proses pengukuran serta analisa data hasil pengukuran dengan toleransi yang diizinkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pembuatan Sistem Mekanik

Berikut ini adalah hasil rancangan konstruksi alat pemeriksa *run-out* roda gigi



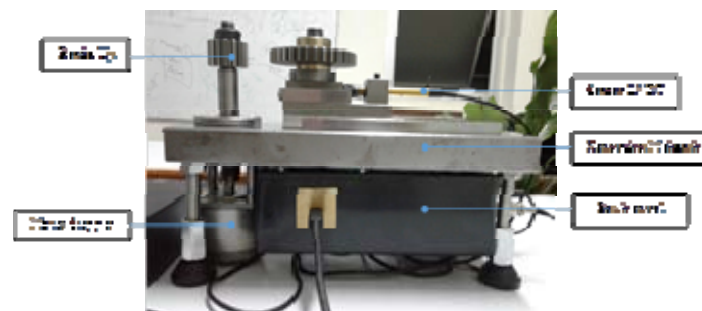
Keterangan:

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

Gambar 1 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 2 berikut ini.

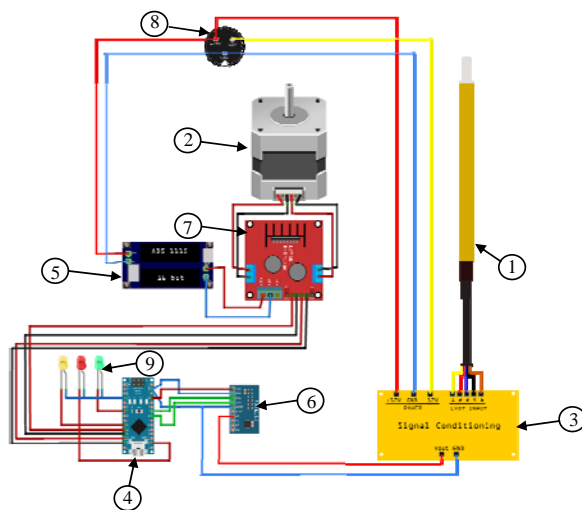


Gambar 2 Hasil pembuatan alat pemeriksa *run out* roda gigi

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 *wiring schematic* dari sistem kontrol.



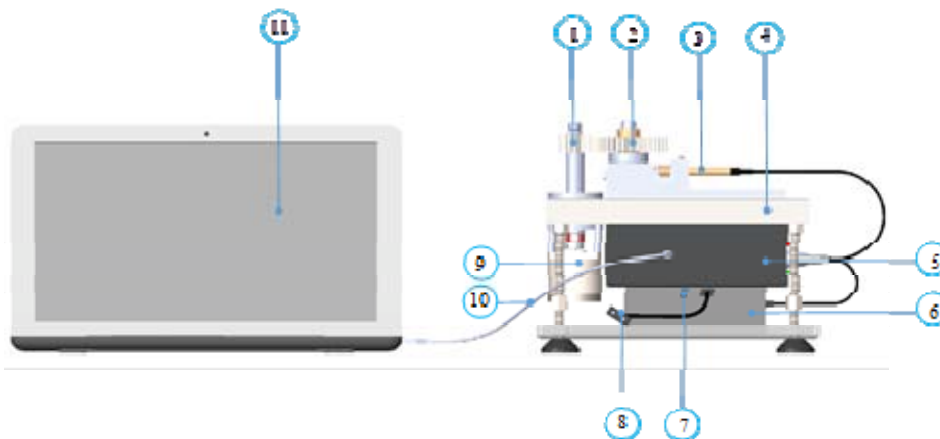
Keterangan:

1. Sensor LVDT
2. Motor Stepper
3. Pengkondisi sinyal
4. Arduino nano
5. Modul ADS 1115
6. Modul LM2596
7. Modul L298N
8. Power supply
9. Lampu LED

Gambar 3 Wiring system 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. Power supply(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.



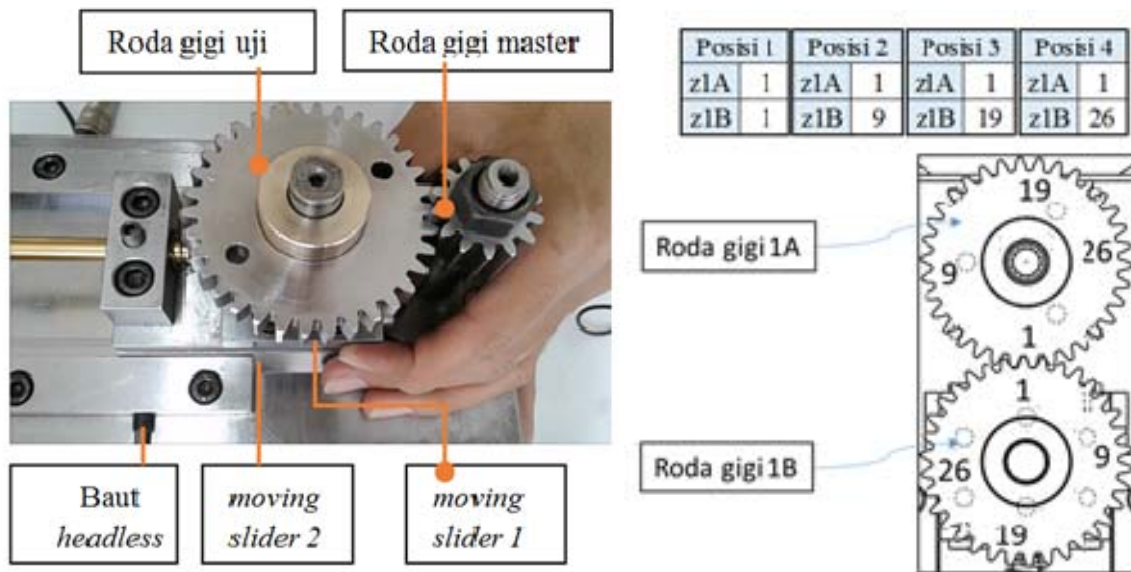
Gambar 4 Instalasi alat pemeriksa run out roda gigi

Keterangan:

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

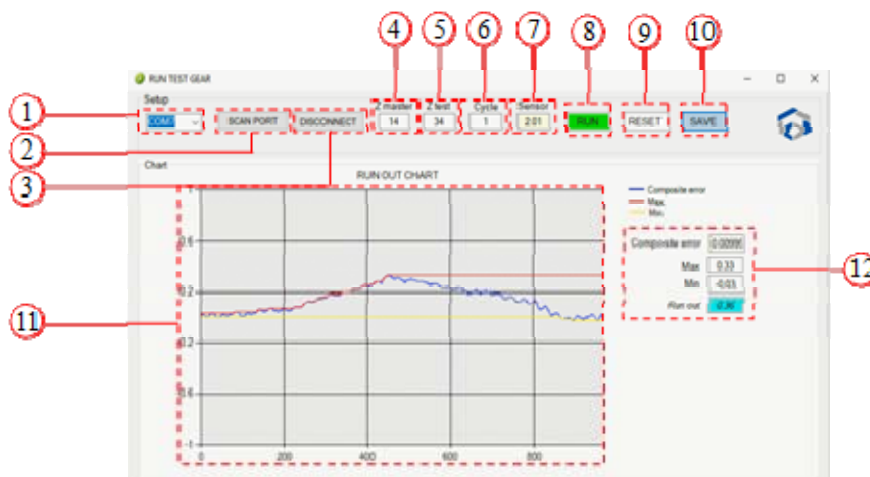
3.3 Teknik Penggunaan Alat Pemeriksa *Run Out* Roda Gigi

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



Gambar 5 (a) *Setting slider* roda gigi dan (b) Empat posisi pengukuran

- Pasang roda gigi (sebagai master) dan roda gigi uji pada poros.
- Atur posisi awal pasangan gigi antara roda gigi master dan uji. (roda gigi master berputar searah jarum jam).
- Atur posisi *moving slider 1*, hingga roda gigi uji menekan roda gigi master.
- Pastikan posisi *moving slider 2* berada di tengah range lintasan sensor yaitu 3.5 mm, untuk memberi ruang *moving slider 2* bergerak pada saat pengukuran dilakukan.
- Lalu kunci *moving slider 1* dengan mengencangkan baut *headless* di bagian sisinya.
- Buka menu program run test gear di komputer, sehingga tampil menu layar seperti Gambar 6 dibawah ini

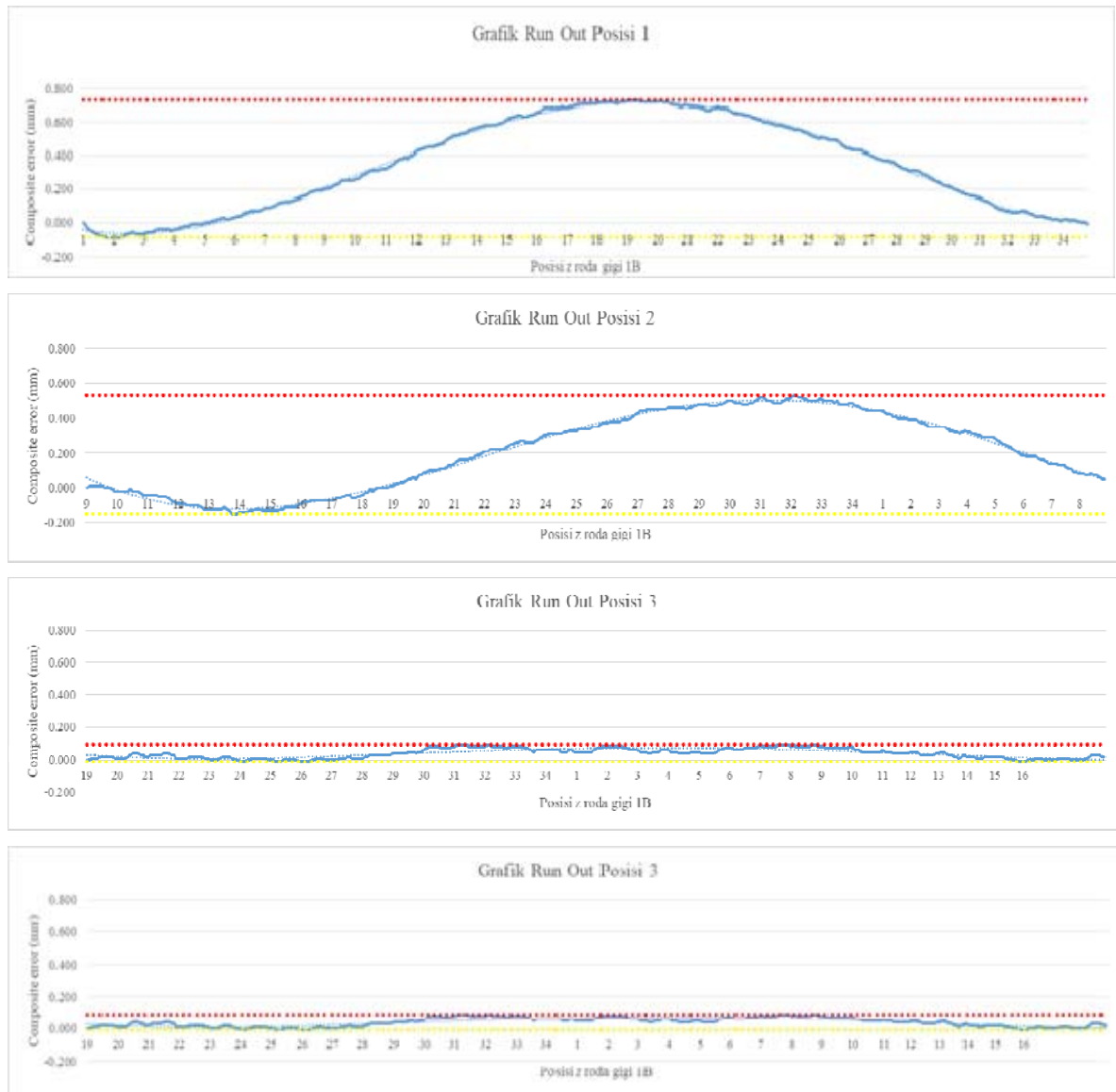


Gambar 6 *Form interface* pengukuran

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.

3.4 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 (Gambar 3.5 b) maka diperoleh grafik hasil pengukuran *run-out*, seperti Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7 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 :

1. 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 transformator*) melalui program software interface mikrokontroler Arduino.
2. 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.
3. 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 $z=34$.
4. 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*.

Daftar Pustaka

- [1] Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2017. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung.
- [2] Himma, Analis. & dkk. 2014. *Perancangan Alat Pendeteksi Ketebalan Plastik Pada Industri Plastik Dengan Menggunakan Sensor LvdT Secara Digital*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [3] Höllger, Siegbert. 1994. *Matematika Teknik untuk Kejuruan Logam*. Jakarta.
- [4] Ilmu Web Site Himaone Center. *Dasar – Dasar Motor Stepper*. (<http://www.himaone.net/>), diakses 9 september 2018.
- [5] International Standards Organization. 1988. *Mechanical Transmissions*. Geneva.
- [6] Munadi, Sudji. 1980. *Dasar-Dasar Metrologi Industri*. Jakarta: Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- [7] Rochim, Taufiq. 2001. *Spesifikasi, Metrologi, & Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung: Penerbit ITB.
- [8] Wittel, H., & dkk. 2013. *Roloff/Matek Maschinenelemente*. Germany: Springer Vieweg.