

## RANCANG BANGUN MESIN UJI AUS BERBASIS

### ASTM G65

Kurniawan<sup>1</sup>, Yogi Elka Institan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Rekayasa Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

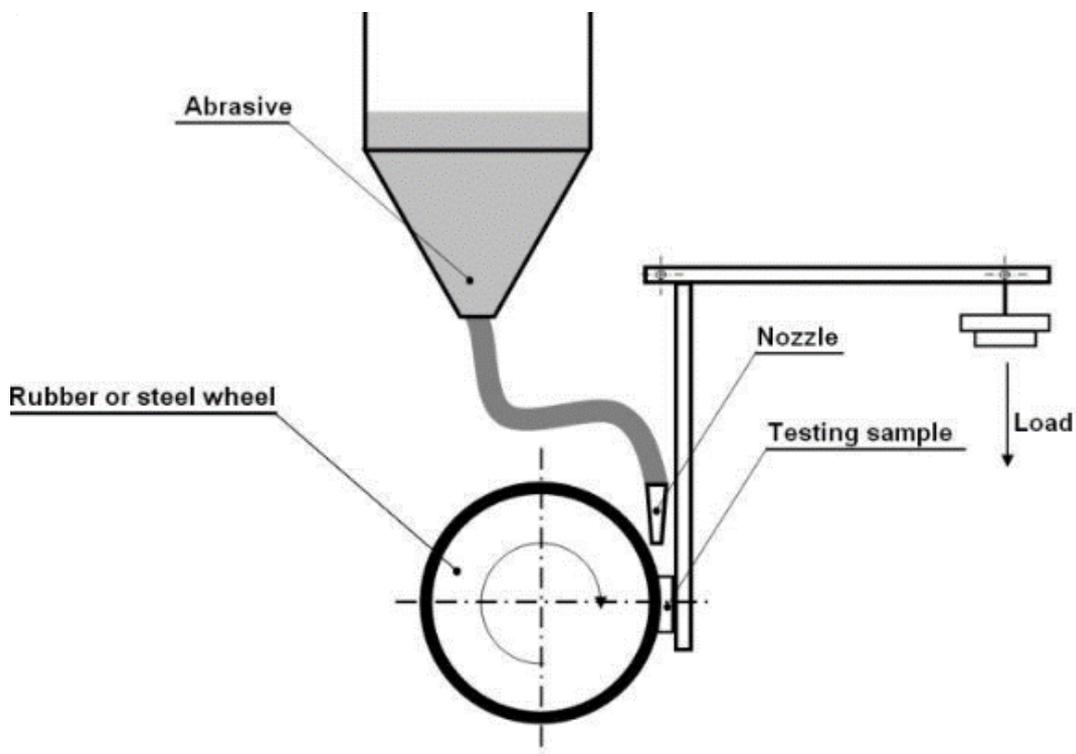
Email: [iwan21368@gmail.com](mailto:iwan21368@gmail.com)<sup>1</sup>, [yogigpx@gmail.com](mailto:yogigpx@gmail.com)<sup>2</sup>

Informasi Artikel:	ABSTRAK
<i>Received:</i> 10 Januari 2022	Untuk mendukung penelitian material maju dibutuhkan sebuah mesin yang dapat melakukan pengujian keausan, salah satunya mengacu pada standar ASTM G65. Jurnal ini berisi proses pembuatan rancang bangun alat uji aus berbasis ASTM G65 dengan cakupan perancangan, pembangunan, validasi dan verifikasi.
<i>Accepted:</i> 01 Oktober 2022	Validasi pada tahap perancangan dilakukan analisis getaran menggunakan software Ansys. Dari data yang diperoleh dilakukan analisis transmissibility agar dapat divalidasi bahwa getaran yang terjadi pada mesin aman dan tidak mengganggu performa mesin. Seterusnya dilakukan pembangunan prototype dari mesin ASTM G65 dan dilanjutkan dengan validasi serta kalibrasi agar sesuai dengan spesifikasi ASTM G65. Lalu dilakukan pengujian keausan pada sebuah material untuk mengetahui bahwa mesin bekerja sesuai skema pengujian.
<i>Available:</i> 15 Desember 2022	Verifikasi hasil pengujian maka dilakukan komparasi hasil pengujian dengan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ilmiah lainnya untuk memastikan hasil pengujian autentik.
Kata Kunci:	ABSTRACT
ASTM G65 Pengujian keausan Wear test Keausan material Uji aus Wear rate Laju keausan	<i>To support advanced material research, a machine that can perform wear testing is needed, one of which refers to the ASTM G65 standard. This journal contains the process of making the design of ASTM G65-based wear test equipment with the scope of design, construction, validation and verification. Validation at the design stage is carried out by vibration analysis using Ansys software. From the data obtained, transmissibility analysis was carried out so that it can be validated that the vibrations that occur in the engine are safe and do not interfere with engine performance. Next, the prototype construction of the ASTM G65 engine was carried out and continued with validation and calibration to conform to the ASTM G65 specifications. Then a wear test is carried out on a material to find out that the machine is working according to the test scheme. Verification of the test results is carried out by comparing the test results with the tests that have been carried out on other scientific studies to ensure authentic test results.</i>

## 1 PENDAHULUAN

Untuk mendukung penelitian material maju dibutuhkan sebuah mesin yang dapat melakukan pengujian keausan. Mesin tersebut dapat dipergunakan sebagai referensi dalam penentuan material dalam perancangan maupun untuk menguji ketahanan dari material komposit dengan standar pengujian keausan material yang mengacu pada standar ASTM G65. Alat pengujian keausan adalah alat untuk mengukur keausan material dengan cara menggesekkan material pada roda yang sudah dilapisi *silicon*/karet selagi diberi bahan lain untuk menambah koefisien gesek dengan kecepatan putaran dan jumlah putaran yang sudah disesuaikan dengan standar pengujian keausan, keausan material diukur dari banyaknya massa yang hilang setelah menerima gesekan.

Secara umum mekanisme yang bekerja adalah dengan menempatkan benda uji (*specimen*) pada tempat yang disediakan, mesin dioperasikan kemudian memutar roda yang dilapisi oleh *silicon*/karet pada permukaan yang bersentuhan dengan benda uji. Selama proses berputar perlahan ditambahkan pasir sebagai media *abrasive* yang membuat benda uji terkikis.



Gambar 1 Konsep kerja mesin ASTM G65

Dengan gambaran umum pada Gambar 1 maka digagas sebuah ide untuk membuat rancang bangun mesin uji keausan berbasis ASTM G65 yang tervalidasi dan terverifikasi agar dapat dipastikan kevalidan hasil pengujian dengan menggunakan mesin tersebut.

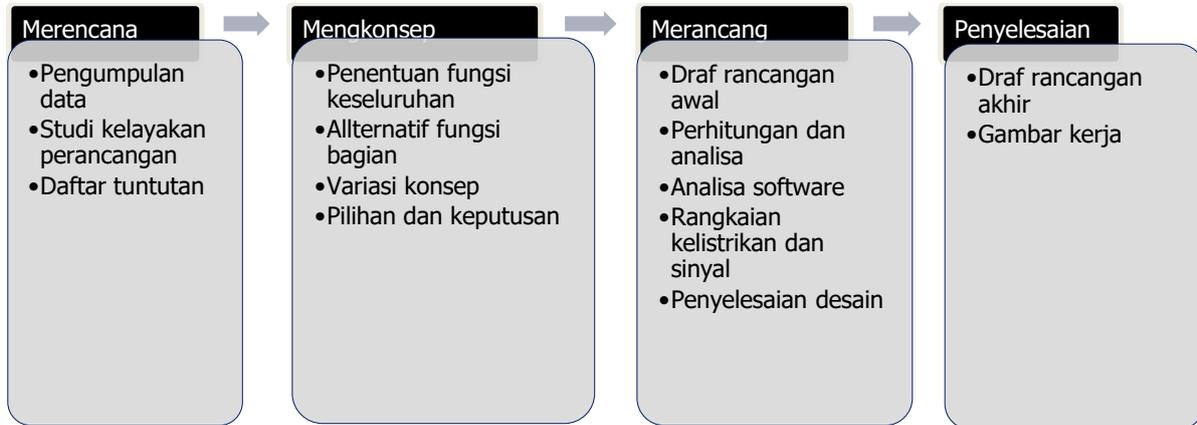
## 2 PROSES PERANCANGAN

Perancangan merupakan tahapan pertama dari proses pembuatan mesin. Proses ini mencakup proses merencana, mengkonsep, merancang dan penyelesaian detail. Dimana luaran dari aktifitas ini adalah gambar rancangan yang siap untuk direalisasikan. Metode perancangan yang digunakan dalam

## RANCANG BANGUN MESIN UJI AUS BERBASIS ASTM G65

penyelesaian Karya ilmiah ini adalah metode perancangan VDI 2222 (*Verein Deutscher Ingenieure 2222*)<sup>1</sup>. Berikut merupakan diagram alirnya:

Tabel 1 Diagram proses perancangan menurut VDI 2222



### 2.1 Merencana

Dalam merencana dilakukan pengumpulan data untuk mengetahui Aparatur, Material, Parameter Tes dan Prosedur Pengujian sesuai dengan standar pengujian ASTM G65<sup>2</sup>. Dari data yang telah dikumpulkan dilakukan studi kelayakan apakah mesin layak untuk direalisasikan. Setelah data yang telah dikumpulkan serta telah dinyatakan layak maka dibuat daftar tuntutan sesuai dengan spesifikasi standar pengujian ASTM G65 dan disesuaikan dengan kebutuhan pengujian sebagai berikut:

Tabel 2 Daftar tuntutan

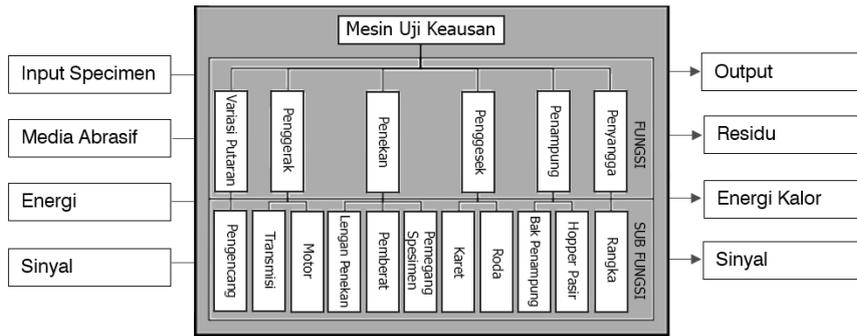
Persyaratan	Bagian	Kualifikasi/kuantifikasi
Geometri	Dimensi mesin total	160 x 80 x 80 [cm]
	Wheel	8 x 0.5 [inch]
	Hopper	250 x 250 x 200 [mm]
	Dimensi spesimen	25 x 50 10 [mm]
	Bak penampungan	500 x 80 x 110 [mm]
Kinematik	Arah putaran Wheel	CW (Clockwise)
	Kecepatan putaran Wheel	200 ±5 [RPM]
	Gaya penekanan spesimen	130 ±3.6 [N]
Otomasi dan keamanan	Pengaman kelistrikan	MCB
	Otomasi	AC motor, Penghitung jumlah putaran dan limit switch

### 2.2 Mengkonsep

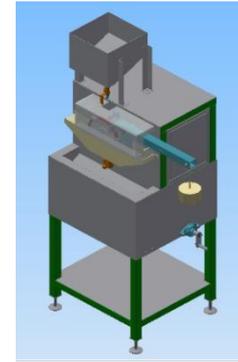
Pada proses pengkonsepian ditetapkan fungsi dan sub fungsi dari mesin (Tabel 3) dan ditetapkan elemen mesin yang paling cocok dipergunakan pada mesin dalam bentuk AFK terpilih sehingga dapat dilanjutkan dengan tahap perancangan.

<sup>1</sup> Institan, Yogi Elka. 2020. Rancang Bangun Mesin Uji Aus Berbasis Astm G65. Tugas Akhir. Teknik Rekayasa Perancangan Manufaktur POLMAN. Bandung. Halaman 7-9

<sup>2</sup> Drive, Barr Harbor. Standard Test Method for Conducting Dry Sand/Rubber Wheel Abrasion Tests. United States : ASTM International.



Tabel 3 Blackbox + Diagram fungsi

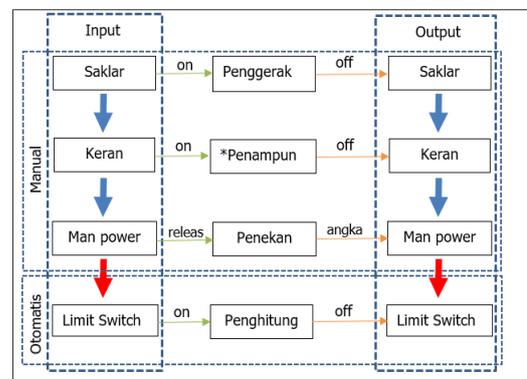


Gambar 2 Draft

### 2.3 Merancang

Diawali dengan pembuatan draft rancangan alternatif fungsi keseluruhan berdasarkan hasil penilaian yang terpilih (**Gambar 2**). Pada pembuatan *modeling* tersebut ukuran pada bagian fungsi baru berbentuk perkiraan untuk itu perlu dilakukan perhitungan untuk ukuran yang tepat pada mesin tersebut<sup>3</sup>.

Selanjutnya dilakukan perancangan sinyal dan kelistrikan yang bekerja pada mesin dimana sinyal merupakan inisiator yang bekerja pada mesin untuk mentrigger mesin bekerja sesuai dengan prosedur pengujian yang berlaku pada mesin uji keausan (**Tabel 4**). Serta merancang rangkaian listrik agar mesin dapat bekerja dengan pengaliran listrik yang menjadi suplai energi pada mesin<sup>4</sup>.

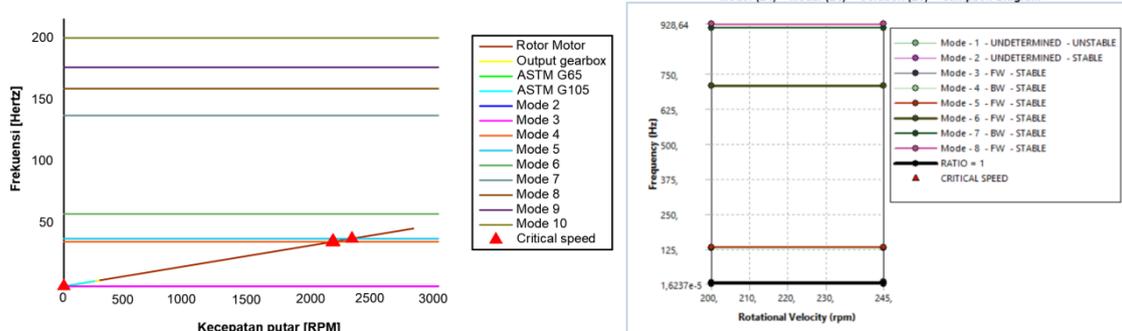


Tabel 4 Mekanisme sinyal

## 3 ANALISIS DAN PEMBANGUNAN MESIN

### 3.1 Analisi getaran menggunakan CAE AnSYS

Untuk menghindari kondisi dimana terjadi getaran hebat pada mesin akibat frekuensi pribadi mesin selaras dengan putaran yang terjadi pada mesin maka dilakukan analisis getaran menggunakan CAE AnSYS. Analisis getaran dilakukan pada 2 bagian penting yang paling rentan terhadap malfungsi yang terjadi akibat getaran yaitu rangka dan roda.



Tabel 5 Diagram Campbell rangka (kiri) dan roda (kanan)

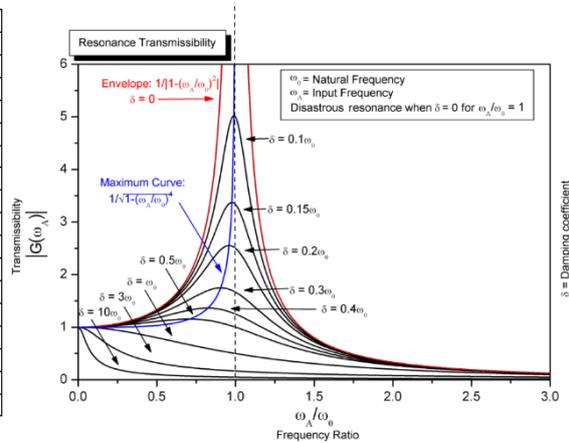
<sup>3</sup> Institan, Yogi Elka. 2020. Rancang Bangun Mesin Uji Aus Berbasis Astm G65. Tugas Akhir. Teknik Rekayasa Perancangan Manufaktur POLMAN. Bandung. Halaman 81-99

<sup>4</sup> Institan, Yogi Elka. 2020. Rancang Bangun Mesin Uji Aus Berbasis Astm G65. Tugas Akhir. Teknik Rekayasa Perancangan Manufaktur POLMAN. Bandung. Halaman 113-121

## RANCANG BANGUN MESIN UJI AUS BERBASIS ASTM G65

Setelah dilakukan analisis getaran maka diketahui bahwa rasio putaran yang mendekati 1 adalah frekuensi rangka pada mode 4 dan 5 (**Tabel 6**), untuk itu maka kita lihat pada Diagram *Resonance*

Rangka					
No	Mode	Frekuensi	Rasio frekuensi		
			Rotor motor	Output gearbox	ASTM G65
1	2	$4,56 \times 10^{-3}$ Hz	9334	933,4	660
2	3	$5,6 \times 10^{-3}$ Hz	7778	777,8	550
3	4	35,892 Hz	1,3	0,13	0,09
4	5	38,432 Hz	1,3	0,13	0,09
Roda					
No	Mode	Frekuensi	Rasio frekuensi		
			Rotor motor	Output gearbox	ASTM G65
1	1	$1,99 \times 10^{-5}$ Hz	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	165000
2	2	$1,16 \times 10^{-3}$ Hz	46,67	4,667	3300
3	3	6,3529 Hz	7,78	0,778	0,52
4	4	129,74 Hz	0,36	0,036	0,025
5	5	132 Hz	0,35	0,035	0,025
6	6	709,12 Hz	0,07	0,007	0,005
7	7	913,97 Hz	0,05	0,005	0,004
8	8	927,16 Hz	0,05	0,005	0,004



**Tabel 6** Diagram resonance transmissibility rangka mode 4 dan 5

*transmissibility*.

Dari data di tersebut diketahui bahwa *transmissibility* dari getaran berada di atas 1 yang artinya ada sedikit pengaruh dari putaran rotor terhadap frekuensi pribadi pada rangka namun hal itu masih bisa dikatakan aman dikarenakan transmissibility tersebut terjadi apabila tidak ada peredaman oleh berbagai aspek seperti efek gravitasi, karet pada kaki dan pemasangan komponen lainnya. Setelah dipastikan mesin aman dari getaran aman dilanjutkan dengan pembuatan gambar kerja.

### 3.2 PEMBANGUNAN MESIN

Proses pembangunan mesin berdasarkan hasil rancangan. Untuk menjelaskan pembangun mesin maka akan dijelaskan berdasarkan bagan berikut.



**Tabel 7** Diagram alir pembangunan mesin

1. **Pembuatan Bagian Fungsi**, Berdasarkan rancangan detail konstruksi mesin maka dilakukan pembangunan masing masing bagian fungsi dari mesin berdasarkan gambar kerja.
2. **Assembly**, setelah semua bagian fungsi dibangun maka dilanjutkan menggabungkan semua fungsi bagian menjadi satu kesatuan utuh mesin (**Gambar 3**). Perakitan dilakukan berdasarkan gambar *assembly*.
3. **Instalasi kelistrikan dan sinyal**, setelah semua bagian dirakit maka dilanjutkan dengan merangkai alat kelistrikan dan sinyal (**Tabel 4**).
4. **Validasi dan Kalibrasi**, agar mesin berjalan berdasarkan spesifikasi pada daftar tuntutan dilakukan validasi dan kalibrasi<sup>5</sup>.



**Gambar 3** Rakitan utuh mesin

## 4 PENGUJIAN MATERIAL

### 4.1 Pengujian

Pada pengujian kali ini material yang digunakan sebagai spesimen adalah DIN 17120 Grade RSt 37-2. Material tersebut dipotong menggunakan plasma cutting dengan dimensi 25 x 50 x 10 mm sebanyak 3pcs. Pada spesimen 1



**Gambar 4** Proses Pengujian

<sup>5</sup> Institan, Yogi Elka. 2020. Rancang Bangun Mesin Uji Aus Berbasis Astm G65. Tugas Akhir. Teknik Rekayasa Perancangan Manufaktur POLMAN. Bandung. Halaman 139-146

dilakukan dengan prosedur A dan spesimen 2&3 menggunakan prosedur B karena setelah dilakukan pengujian dengan prosedur A maka diketahui bahwa resistansi material rendah sehingga di gunakan prosedur B<sup>6</sup>.

#### 4.2 Hasil pengujian

Data pengurangan volume	
Keterangan	Besaran
<b>Spesimen 1</b>	
Berat spesimen 1 awal	110.016 gram
Berat spesimen 1 akhir	105.684 gram
Pengurangan	4.332 gram
<b>Pengurangan volume (Pengurangan/ρ)</b>	0.552 cm <sup>3</sup> = <b>552 mm<sup>3</sup></b>
<b>Spesimen 2</b>	
Berat spesimen 2 awal	111.444 gram
Berat spesimen 2 akhir	109.994 gram
Pengurangan	1.450 gram
<b>Pengurangan volume (Pengurangan/ρ)</b>	0.185 cm <sup>3</sup> = <b>185 mm<sup>3</sup></b>
<b>Spesimen 3</b>	
Berat spesimen 3 awal	113.765 gram
Berat spesimen 3 akhir	112.402 gram
Pengurangan	1.363 gram
<b>Pengurangan volume (Pengurangan/ρ)</b>	0.174 cm <sup>3</sup> = <b>174 mm<sup>3</sup></b>

Keterangan: ρ=7.85 g/cm<sup>3</sup>

**Tabel 8** Data pengurangan volume (VL)

Dari pengujian yang telah dilakukan pengolahan data untuk mencari pengurangan volume (VL) seperti pada **Tabel 8**. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk rata rata pengurangan volume. Hal ini disebabkan karena diameter roda awal dan akhir sebelum pengujian ketiga spesimen tersebut berbeda karena pada saat pengujian dilakukan karet juga ikut terkikis sehingga diameter roda juga ikut berkurang. Pengujian yang dilakukan pada spesimen 1 adalah menggunakan prosedur A dan spesimen 2 dan 3 menggunakan prosedur B dimana jumlah putaran prosedur A 3x jumlah putaran prosedur B sehingga AVL spesimen 1 dibagi 3. Rumus AVL adalah Pengurangan volume x (Diameter roda awal/Diameter roda akhir) seperti pada **Tabel 9**.

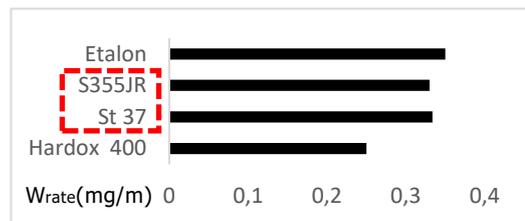
Rata rata pengurangan volume				
Spes	VL (mm <sup>3</sup> )	Diameter roda (mm)		AVL (mm <sup>3</sup> )
		Awal	Akhir	
1	552	221.2	217.6	561.132 / 3 = 187.044
2	185	221.2	220.1	185.925
3	174	221.2	219.9	175.028
Total rata rata pengurangan volume				<b>182.666</b>

**Tabel 9** Rata rata pengurangan volume (AVL)

Maka AVL dari DIN 17120 Grade RSt 37-2 adalah 182.666 mm<sup>3</sup> dan AWL (*Average Weight Loss*) adalah 1,434 g (AVL x ρ). Sehingga didapatkan W<sub>rate</sub> (laju keausan material) adalah **1,076 mg/m** (AWL/Total panjang lintasan gesek).

#### 4.3 Verifikasi

Untuk memverifikasi hasil pengujian maka dilakukan komparasi hasil pengujian yang telah dilakukan dengan hasil pengujian yang telah dilakukan pada pengujian ilmiah lainnya<sup>7</sup>. Dari referensi penelitian keausan yang dilakukan pada S355JR yang merupakan baja yang *equivalent* dengan St 37. Diketahui W<sub>rate</sub> material pada referensi menggunakan gaya penekanan yang berbeda sehingga untuk menyamakan data pengujian maka dilakukan penyesuaian dengan menggunakan rasio (W<sub>rate1</sub>/F<sub>1</sub>=W<sub>rate2</sub>/F<sub>2</sub>). Setelah dilakukan penyesuaian diketahui bahwa laju keausan S355JR dengan St 37 identik (**Tabel 10**) sehingga dapat dinyatakan hasil pengujian terverifikasi.



**Tabel 10** laju keausan beberapa material

### 5 KESIMPULAN

1. Rancang bangun mesin yang memenuhi standar ASTM G65 apabila:

<sup>6</sup> Drive, Barr Harbor. Standard Test Method for Conducting Dry Sand/Rubber Wheel Abrasion Tests. United States : ASTM International.

<sup>7</sup> E. Zdravecká, J. Tkáčová dan M. Ondáč. 2014."Effect of microstructure factors on abrasion resistance of high-strength steels", Faculty of Mechanical Engineering, Technical University in Košice, Slovak Republic

## RANCANG BANGUN MESIN UJI AUS BERBASIS ASTM G65

- Memenuhi konsep dasar dari mesin pengujian ASTM G65 yaitu "Pengujian keausan material dengan menggosokkan spesimen pada roda yang berputar dengan kecepatan tertentu dan diberi pasir kuarsa sebagai media abrasif dan diberi tekanan dengan besaran gaya tertentu lalu dilakukan perhitungan terhadap pengurangan beratnya sebagai hasil pengujian".
  - Memenuhi spesifikasi utama dari mesin pengujian meliputi Aparatur, Material, Parameter Tes dan Prosedur Pengujian sesuai dengan standar pengujian ASTM G65.
  - Membentuk bagian fungsi yang membuat mesin dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi utamanya. Bagian fungsi tersebut meliputi Rangka, Hopper pasir, Bak penampung, Pemegang specimen, Pemberat, Lengan penekan, Elemen transmisi, dan pengencang.
2. Untuk memvalidasi dan verifikasi rancangan mesin uji maka:
- Pada tahap perancangan*
- Dilakukan analisis terhadap putaran kritis yang terjadi karena defleksi yang terjadi pada poros transmisi.
  - Dilakukan analisis terhadap *safety factor* terhadap poros transmisi meliputi *safety factor* statis maupun dinamis.
  - Dilakukan analisis putaran kritis akibat resonansi getaran dari frekuensi putaran pada mesin terhadap frekuensi pribadi dari rangka dan roda gesek menggunakan software Ansys.
- Pada tahap pembangunan mesin*
- Dilakukan validasi terhadap putaran kerja, gaya penekanan dan laju aliran pasir untuk memastikan mesin memenuhi standar dari mesin ASTM G65
  - Dilakukan pengujian keausan material berbasis ASTM G65 pada mesin untuk mengetahui apakah mesin berjalan sesuai konsep mesin pengujian ASTM G65
  - Memverifikasi hasil pengujian dengan referensi pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ilmiah lainnya.

## 6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Drive, Barr Harbor. 2010. Standard Test Method for Conducting Dry Sand/Rubber Wheel Abrasion Tests. United States: ASTM International.
- [2] "The Physics of Resonance". Intuitor.
- [3] K. Yusuf Billah and Robert H. Scanlan (1991). "Resonance, Tacoma Narrows Bridge Failure and Undergraduate Physics". American Journal of Physics.
- [4] Institan, Yogi Elka. 2020. Rancang Bangun Mesin Uji Aus Berbasis Astm G65. Tugas Akhir. Teknik Rekayasa Perancangan Manufaktur POLMAN. Bandung.
- [5] Nyakgam, Maliki. 2017. Perancangan Konstruksi Mesin Penguji Keausan Berbasis Astm G65 Dan Astm G105. Proyek Akhir. Teknik Perancangan Mekanik Umum POLMAN. Bandung.
- [6] E. Zdravecká, J. Tkáčová dan M. Ondáč. 2014. "Effect of microstructure factors on abrasion resistance of high-strength steels", Faculty of Mechanical Engineering, Technical University in Košice, Slovak Republic.

