



Analisis Putaran (RPM) dan Torsi pada Pisau Putar Mesin Pencacah Anorganik

Irwan Aranda ¹, Adi Muhamad Arjun ², Muhamad Cahyadi ³, Slamet Rahardian ⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No. 1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : ¹ dosen01281@unpam.ac.id, ² adimuhamadarjun@gmail.com, ³ dosen01283@unpam.ac.id,

⁴ dosen01282@unpam.ac.id

Masuk: 18 Maret 2025

Direvisi: 7 April 2025

Disetujui: 17 April 2025

Abstract:

The rotary blades in a plastic shredding machine must possess adequate strength and sharpness to effectively cut plastic materials into smaller pieces. Blade angles should not be too sharp to avoid rapid wear, nor too blunt as this would hinder the shredding process. The blade design consists of five units: three rotary blades that follow the shaft's rotation and two fixed blades attached to the machine frame. Shredding occurs when the rotary and fixed blades face each other or come into close contact. At this point, torque and rotational speed (rpm) play a significant role in determining the size and amount of the resulting plastic chips. Based on the research, the rotary blade torque was measured at 154.4 Nm for the reel type and 509.7 Nm for the crusher type. At a rotational speed of 450 rpm, the machine produced 14.88 kg/hour of chips, consisting of 5.7 kg/hour of chips smaller than 5 cm and 9.18 kg/hour larger than 5 cm. At 670 rpm, chip production increased to 22.92 kg/hour, with 12 kg/hour <5 cm and 10.92 kg/hour >5 cm. At the highest speed of 1100 rpm, the chip output reached 32.82 kg/hour, with 29.82 kg/hour <5 cm and 3 kg/hour >5 cm.

Keywords: Plastic Shredder, Rotary Blade, Torque, RPM.

Abstrak: Pisau putar pada mesin pencacah plastik harus memiliki kekuatan dan ketajaman yang memadai agar mampu memotong plastik menjadi bagian-bagian kecil. Sudut pada pisau tidak boleh terlalu tajam karena dapat menyebabkan keausan cepat, namun juga tidak boleh terlalu tumpul karena akan menyulitkan proses pencacahan. Desain pisau pencacah terdiri dari lima buah, yaitu tiga pisau putar yang bergerak mengikuti putaran poros dan dua pisau tetap yang terpasang pada rangka mesin. Proses pencacahan terjadi saat pisau putar dan pisau tetap berada dalam posisi berhadapan atau hampir bersinggungan. Pada titik inilah torsi dan kecepatan putaran (rpm) sangat memengaruhi hasil cacahan atau *chip* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh torsi pisau putar sebesar 154,4 Nm pada tipe *reel* dan 509,7 Nm pada tipe *crusher*. Pada variasi kecepatan putaran 450 rpm, diperoleh produksi *chip* sebesar 14,88 kg/jam, dengan rincian hasil <5 cm sebanyak 5,7 kg/jam dan hasil >5 cm sebanyak 9,18 kg/jam. Pada putaran 670 rpm, produksi *chip* meningkat menjadi 22,92 kg/jam, terdiri dari hasil <5 cm sebanyak 12 kg/jam dan >5 cm sebanyak 10,92 kg/jam. Sedangkan pada putaran 1100 rpm, produksi *chip* mencapai 32,82 kg/jam, dengan hasil <5 cm sebesar 29,82 kg/jam dan hasil >5 cm sebesar 3 kg/jam.

Kata kunci: Pencacah Plastik, Pisau Putar, Torsi, RPM.

PENDAHULUAN

Sampah plastik masih menjadi salah satu permasalahan lingkungan terbesar, baik di Indonesia maupun di berbagai belahan dunia. Penggunaan plastik sekali pakai yang tidak ramah lingkungan terus meningkat, sementara kesadaran masyarakat terhadap dampaknya terhadap alam belum sepenuhnya tumbuh. Plastik merupakan material yang sangat sulit terurai secara alami di dalam tanah—bahkan membutuhkan waktu puluhan hingga ratusan tahun untuk benar-benar hancur. Kondisi ini semakin diperparah apabila sampah plastik dibuang begitu saja ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tanpa pengelolaan yang memadai. Akibatnya, sampah plastik menumpuk dan memicu berbagai persoalan lingkungan, mulai dari pencemaran tanah dan air, hingga ancaman terhadap kehidupan satwa dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, penanganan dan pengelolaan sampah plastik menjadi hal yang sangat penting dan mendesak untuk dilakukan secara serius dan berkelanjutan [1].

Pengelolaan sampah plastik di TPA melalui metode *landfill* atau penimbunan terbuka (*open dumping*) dinilai kurang efektif dan bukan merupakan solusi jangka panjang yang ramah lingkungan. Selain berpotensi mencemari tanah dan air tanah, metode ini hanya memindahkan masalah tanpa benar-benar menyelesaikannya. Di sisi lain, penggunaan teknologi insinerasi atau pembakaran sampah juga tidak dianjurkan karena proses ini dapat menghasilkan emisi berbahaya yang mencemari udara dan membahayakan kesehatan. Sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan, sampah plastik sebaiknya didaur ulang. Proses daur ulang ini tidak hanya dapat mengembalikan plastik menjadi bahan baku baru, tetapi juga menghasilkan produk lain yang memiliki nilai jual dan manfaat ekonomi. Dengan demikian, proses daur ulang turut mendukung pengurangan volume sampah sekaligus memperkuat ekonomi sirkular [2].

Agar limbah plastik dapat didaur ulang secara efektif, umumnya limbah tersebut perlu diubah terlebih dahulu menjadi bentuk yang lebih kecil seperti butiran, biji plastik, atau serpihan. Proses ini membutuhkan beberapa jenis mesin yang bekerja secara berkesinambungan, seperti mesin pencacah, mesin pembuat pelet, dan mesin *injection moulding*. Namun, pada tingkat industri rumah tangga (*home industry*), umumnya hanya mesin pencacah yang digunakan untuk mengubah plastik menjadi serpihan atau butiran kasar. Hasil cacahan ini kemudian dijual ke industri skala menengah atau besar untuk diproses lebih lanjut. Oleh karena itu, dibutuhkan mesin pencacah plastik yang tidak hanya efektif, tetapi juga dirancang secara sederhana dan mudah dioperasikan oleh pelaku usaha skala kecil dan rumah tangga [3].

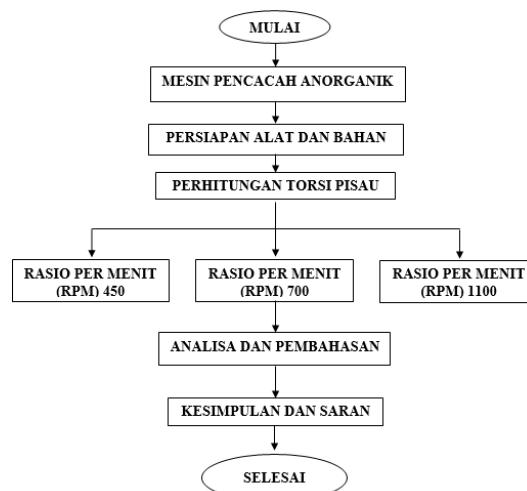
Sejumlah penelitian telah dilakukan mengenai perancangan mesin pencacah plastik tipe *crusher* dengan kapasitas 50 kg/jam. Salah satunya dilakukan oleh Azhari dkk. (2018). Dalam perancangan tersebut, mesin memiliki dimensi $400 \times 300 \times 110$ mm dan dilengkapi dengan satu poros serta silinder pisau sebagai dudukan enam mata pisau pencacah. Mesin ini digerakkan oleh motor listrik sebagai sumber tenaga utama, dengan kecepatan putaran poros pisau pencacah mencapai 260 rpm [4].

Penelitian lain dilakukan oleh Anggraeni, N. D., dan Latief, A. E. (2018), yang mengembangkan mesin pencacah tipe gunting. Mesin ini dirancang menggunakan lima mata pisau berukuran $180 \times 50 \times 10$ mm dengan sudut potong 35° , serta poros penggerak sepanjang 450 mm dan diameter 30 mm. Dimensi total konstruksi mesin mencapai $1000 \times 340 \times 1500$ mm. Sistem transmisinya menggunakan *pulley* tipe V dengan alur tunggal. Untuk pengoperasiannya, mesin memerlukan daya sebesar 4,5 HP, sehingga digunakan mesin diesel berdaya 5 HP. Kapasitas pencacahan yang diharapkan dari mesin ini adalah sekitar 50 kg per jam [5].

Merujuk pada hasil-hasil penelitian sebelumnya, perancangan mesin pencacah plastik dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga utama. Tujuan dari perancangan ini adalah agar mesin dapat digunakan secara praktis dan efisien oleh pelaku industri rumah tangga (*home industry*), sehingga mendukung pengolahan limbah plastik skala kecil secara mandiri dan berkelanjutan.

METODOLOGI

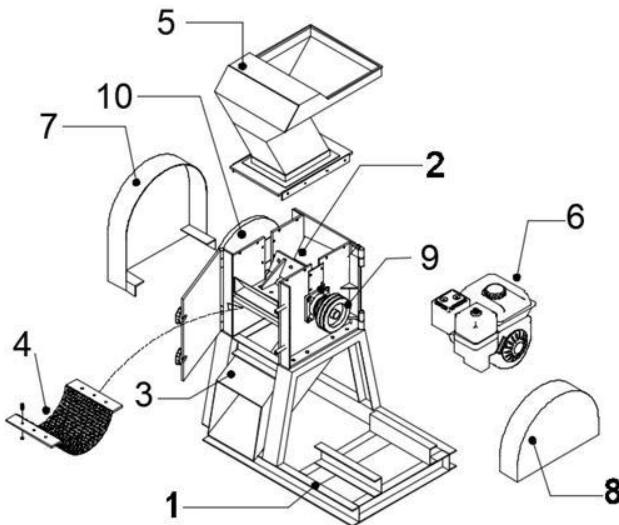
Diagram alir merupakan representasi alur proses yang bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan penelitian. Tahapan dalam penelitian ini meliputi: memulai proses, merancang mesin pencacah, menyiapkan alat dan bahan, melakukan perhitungan torsi pada pisau, serta menggunakan putaran mesin yang telah ditentukan. Proses lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Mesin Pencacah Anorganik

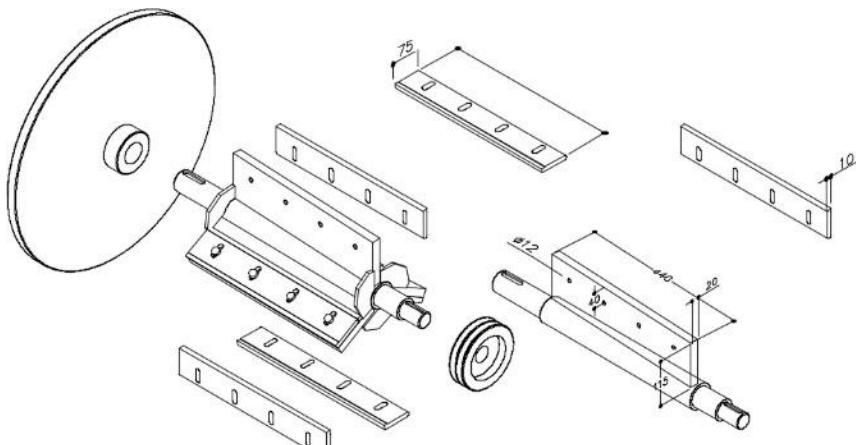
Dimensi mesin pencacah anorganik adalah $950 \times 700 \times 1400$ mm, sehingga mesin ini memiliki volume sebesar $9,31 \text{ m}^3$. Ilustrasi desain mesin ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain mesin pencacah anorganik

| | | | |
|---|-----------------------|----|----------------------------|
| 1 | <i>Baseframe</i> | 6 | <i>Motor penggerak</i> |
| 2 | <i>Pisau pencacah</i> | 7 | <i>Safety cover bandul</i> |
| 3 | <i>Output</i> | 8 | <i>Safety cover pulley</i> |
| 4 | <i>Saringan</i> | 9 | <i>Pulley</i> |
| 5 | <i>Hopper</i> | 10 | <i>Bandul</i> |

Alat dan Bahan



Gambar 3. Desain pisau

Tabel 1. Spesifikasi pisau

| Nama Komponen | Spesifikasi |
|---|-------------------------|
| Diameter pisau | 200 mm |
| Tebal pisau | 10 mm |
| Jari-jari pisau | 100 mm |
| Luas penampang mata pisau | 25 mm^2 |
| Jumlah pisau | 3 buah |
| Tegangan geser (shear stress) plastik PET | $12,6 \text{ kgf/cm}^2$ |

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol plastik bekas air mineral yang dapat didaur ulang menjadi bahan baru, seperti pakaian, karpet, dan komponen kendaraan dari plastik.



Gambar 4. Sampah anorganik (plastik)

Analisis Perhitungan Torsi Pisau

1. Gaya Potong Pisau (F_{pisau})

Rumus yang digunakan:

Dengan:

- $A = 12,5 \text{ cm}^2$
 - $\tau = 12,6 \text{ kgf/cm}^2$

$$F_{pisau} = 12,5 \times 12,6 = 157,5 \text{ kgf}$$

Konversi ke Newton:

$$F_{pisau} = 157,5 \times 9,81 = 1544 \text{ N}$$

2. Torsi Pisau (T_{pisau})

Rumus yang digunakan:

Dengan:

- $F = 1544 \text{ N}$
 - $r \equiv 0.1 \text{ m}$

$$T_{niscu} \equiv 1544 \times 0.1 \equiv 154.4 \, Nm$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

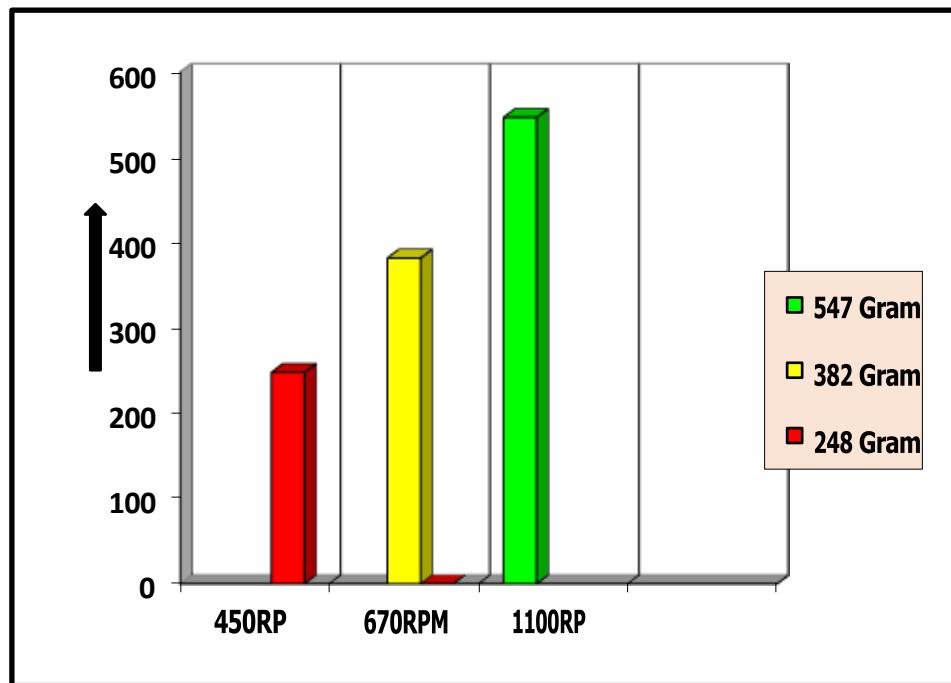
Hasil Pengujian dan Analisis Produktivitas Mesin Pencacah Plastik

Plastik yang dicacah disajikan dalam bentuk tabel dengan mempertimbangkan torsi pada pisau putar, berat material plastik, waktu pencacahan, serta putaran poros pisau putar yang diukur menggunakan tachometer. Proses pencacahan dilakukan selama 1 menit dengan putaran akhir dari *reducer* sebesar 1100 rpm. Data pengujian diambil sebanyak tiga kali, dengan hasil sebagai berikut:

1. Uji Coba 1
Pada putaran *reducer* 450 rpm, dengan torsi pisau putar sebesar 154,4 Nm, diperoleh hasil cacahan sebanyak 248 gram dalam 1 menit
 2. Uji Coba 2
Pada putaran *reducer* 700 rpm, dengan torsi tetap 154,4 Nm, diperoleh hasil cacahan sebesar 382 gram dalam 1 menit.
 3. Uji Coba 3
Pada putaran *reducer* 1100 rpm, torsi tetap 154,4 Nm, diperoleh hasil cacahan sebesar 547 gram dalam 1 menit.

Tabel 2. Data Produktivitas Mesin Pencacah Plastik

| Pengujian ke- | Produktivitas 450 rpm (g/menit) | Produktivitas 700 rpm (g/menit) | Produktivitas 1100 rpm (g/menit) |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 235 | 370 | 535 |
| 2 | 240 | 375 | 540 |
| 3 | 250 | 380 | 545 |
| 4 | 255 | 390 | 555 |
| 5 | 260 | 395 | 560 |
| Rata-rata | 248 | 382 | 547 |

**Gambar 5.** Grafik produktivitas terhadap kecepatan putaran

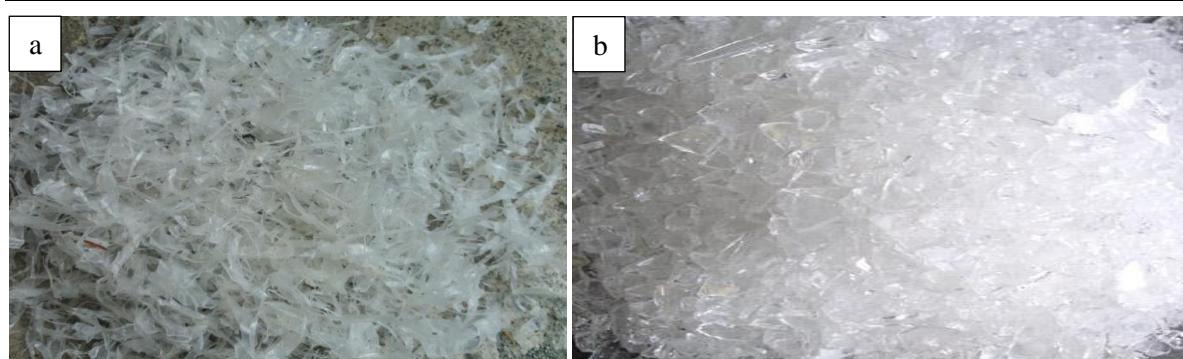
Pada pengujian produktivitas dengan torsi pisau 154,4 Nm dan variasi putaran:

- 450 rpm (tanpa beban) → saat pencacahan 350–395 rpm → produktivitas rata-rata: 248 g/menit
- 700 rpm (tanpa beban) → saat pencacahan 560–605 rpm → produktivitas rata-rata: 382 g/menit
- 1100 rpm (tanpa beban) → saat pencacahan 975–1020 rpm → produktivitas rata-rata: 547 g/menit

Analisis Ukuran Cacahan Plastik

Tabel 3. Analisis Ukuran Cacahan Plastik pada Berbagai Kecepatan Putaran

| Putaran (rpm) | Produktivitas Rata-rata (g/menit) | Berat Cacahan <5 cm (g) | Berat Cacahan >5 cm (g) | Jumlah (g) |
|---------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| 450 | 248 | 90 | 150 | 240 |
| 700 | 382 | 195 | 180 | 375 |
| 1100 | 547 | 495 | 50 | 545 |

**Gambar 6.** Hasil cacahan plastik (a) <5 cm (b) >5cm

Konversi Produktivitas per Jam (kg/jam)

450 rpm:

Total produksi: 14,88 kg/jam
 - <5 cm: 5,7 kg/jam
 - >5 cm: 9,18 kg/jam

700 rpm:

Total produksi: 22,92 kg/jam
 - <5 cm: 12,0 kg/jam
 - >5 cm: 10,92 kg/jam

1100 rpm:

Total produksi: 32,82 kg/jam
 - <5 cm: 29,82 kg/jam
 - >5 cm: 3,0 kg/jam

Dari hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa torsi pisau putar sebesar 154,4 Nm dengan tiga variasi kecepatan menghasilkan output yang berbeda:

- Putaran 1100 rpm menghasilkan jumlah *chip* terbanyak, yaitu 32,82 kg/jam, dengan dominasi hasil cacahan <5 cm sebanyak 29,82 kg/jam.
- Putaran 450 rpm menghasilkan *chip* dominan >5 cm, yaitu 9,18 kg/jam, cocok untuk hasil kasar.
- Putaran 700 rpm menghasilkan hasil yang seimbang, <5 cm sebanyak 12 kg/jam dan >5 cm sebanyak 10,92 kg/jam, cocok untuk cacahan dengan ukuran campuran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Putaran pisau putar (rpm) sangat berpengaruh dalam menentukan hasil produksi tatal-tatal (*chip*) plastik. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran rpm yang dihasilkan, maka jumlah *chip* yang diproduksi semakin banyak dan ukuran hasilnya cenderung lebih halus. Sebaliknya, semakin rendah putaran, maka jumlah *chip* berkurang dan ukuran hasil cenderung lebih kasar.
- Torsi pada pisau putar tipe reel adalah sebesar 154,4 Nm, sedangkan pada tipe crusher mencapai 506 Nm. Semakin banyak jumlah mata pisau yang digunakan, maka semakin besar torsi yang dihasilkan. Hal ini juga berbanding lurus dengan peningkatan daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin.

SARAN

Penggunaan mesin pencacah plastik sebaiknya disesuaikan dengan fungsi dan prinsip kerjanya agar hasil kerja optimal dan potensi kerusakan dapat dihindari. Perawatan mesin perlu dilakukan secara rutin, baik sebelum maupun sesudah penggunaan, guna menjaga performa dan keawetan mesin. Selain itu, kondisi pisau pemotong perlu diperiksa setiap kali mesin akan digunakan untuk memastikan bahwa pisau dalam keadaan tajam dan tidak aus. Disarankan pula untuk menggunakan pelumas serta membersihkan area transmisi dan pisau dari sisa-sisa plastik agar tidak terjadi penumpukan kotoran yang dapat mengganggu efisiensi kerja mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. H. Almukti and A. E. Purkuncoro, "Perancangan Konstruksi Mesin Pencacah Limbah Plastik," *J. SPARK*, vol. 1, no. 02, pp. 18–22, 2018.
- [2] M. Syamsiro, A. N. Hadiyanto, and Z. Mufrodi, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal," *J. Mek. Sist. Termal*, vol. 1, no. 2, pp. 43–48, 2016.
- [3] I. Nur, Nofriadi, and Rusmardi, "Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik dengan Sistem Crusher dan Silinder Pemotong Tipe Reel," *Pros. Semnastek*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2014.
- [4] C. Azhari and D. Maulana, "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Crusher Kapasitas 50 kg/jam," *J. Online Sekol. Tinggi Teknol. Mandala*, vol. 13, no. 2, pp. 7–14, 2018.
- [5] N. D. Anggraeni and A. E. Latief, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Gunting," *Rekayasa Hijau J. Teknol. Ramah Lingkung.*, vol. 2, no. 2, pp. 185–190, 2018, doi: <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i2.2397>.