Jurnal Alat Berat
https://jab.poltekba.ac.id/index.php/Heavy-Equipment
eISSN 3032-2790

Rancang Bangun *Wireless Borescope Hydraulic Cylinder* Menggunakan 3D *Printing*

Daffa Fernando[1], Herdian Dwimas[1,*], Zulkifli Zulkifli[1], Arwin Arwin[1], Aryati Muhaymin Marali[1], Achmad Soni Adiffa[2]
[1]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta No.KM. 8, Balikpapan, 76129
[2]Sistem Informasi, STMIK Widya Cipta Dharma, Jl. Banggeris No. 82, Samarinda, 75127

*herdian.dwimas@poltekba.ac.id

Diterima: 03 07 2025 Direvisi: 11 07 2025 Disetujui: 12 07 2025

ABSTRAK

Silinder hidrolik merupakan komponen sistem hidrolik yang berfungsi untuk mengubah energi hidrolis menjadi energi mekanis berupa gaya gerak. Dengan memanfaatkan tekanan fluida untuk menggerakkan rod dan komponen lain pada alat berat. Kinerja optimal dari sistem ini sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dari setiap komponen, terutama silinder hidrolik. Keberadaan partikel halus dalam fluida berpotensi menimbulkan goresan pada permukaan bagian dalam silinder, yang dalam jangka panjang dapat memicu kerusakan serius jika tidak segera diperiksa atau diperbaiki. Salah satu bentuk kerusakan yang paling berisiko adalah kebocoran internal yang terjadi akibat keausan atau goresan dalam pada barrel. Bila terjadi kebocoran internal, oli dapat berpindah antar ruang dalam silinder tanpa mampu mendorong piston, yang akhirnya menyebabkan sistem hidrolik gagal berfungsi. Penulis merancang sebuah alat inspeksi internal khusus dengan memanfaatkan kamera CCTV mini jenis V38-Pro Smart Camera. Alat ini dirancang agar fleksibel dan dapat disesuaikan dengan berbagai ukuran silinder hidrolik. Dengan alat ini, kondisi internal silinder dapat dipantau secara visual, memungkinkan teknisi atau operator untuk mengambil tindakan perawatan atau perbaikan sebelum kerusakan berkembang lebih parah. Inovasi ini diharapkan dapat mencegah kerusakan lanjutan dan menekan biaya perbaikan, karena kerusakan dapat dideteksi dan ditangani lebih awal secara efisien.

Kata kunci: Silinder hidrolik, inspeksi visual, rancang bangun, pencegahan kerusakan

ABSTRACT

The hydraulic cylinder is a component in hydraulic systems, converting hydraulic energy into mechanical motion. It utilizes fluid pressure to drives the rod and other elements such as the bucket in heavy machinery. The optimal performance of this system heavily depends on the physical condition of its components, especially the hydraulic cylinder. Fine particles in the hydraulic fluid can cause scratches on the inner surface of the cylinder, which, over time, may lead to severe damage if not properly inspected or repaired. One of the most critical forms of damage is internal leakage caused by excessive wear or deep scratches on the barrel. When internal leakage occurs, oil can flow between chambers within the cylinder without effectively moving the piston, potentially leading to total system failure. The author designed a specialized inspection tool utilizing a V38-Pro Smart Camera mini CCTV module. This tool is designed to be flexible and adaptable to various cylinder lengths. It allows for real-time visual monitoring of the cylinder's interior, enabling technicians or operators to perform timely maintenance or repairs before more serious damage occurs. This innovation aims to prevent further deterioration and reduce repair costs by facilitating early detection and efficient handling of internal damage.

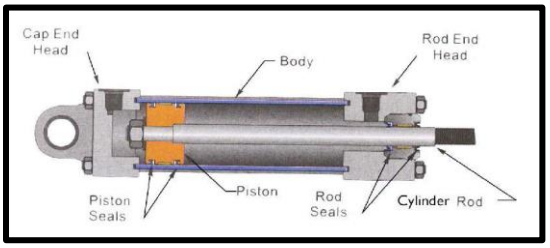
Keywords: *Hydraulic cylinder, visual inspection, prototype, damage prevention*

PENDAHULUAN

Salah satu komponen yang sering dikerjakan di workshop PSF adalah hydraulic cylinder, yang perlu dibongkar secara menyeluruh untuk mengetahui kondisi bagian dalamnya. Setelah pembongkaran, dilakukan inspeksi menyeluruh, tidak hanya secara visual, tetapi juga melalui berbagai metode *non-destructive testing* (NDT) seperti pengecekan retakan menggunakan *spot check spray*, alat magnetik, dan alat ultrasonik. Selain itu, keausan yang disebabkan oleh gesekan antara piston dan barrel saat operasi juga diperiksa menggunakan *dial bore gauge* untuk mengukur pada beberapa titik di bagian dalam barrel, baik secara vertikal maupun horizontal, guna mendeteksi tingkat keovalan. Namun, bentuk silinder yang panjang sering menjadi kendala saat inspeksi visual bagian dalam, karena sulit menjangkau area terdalam dan mendeteksi kerusakan yang tidak tampak langsung.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, digunakan alat bantu seperti *endoscope* atau *borescope* yang umum dipakai di berbagai industri, termasuk penerbangan, permesinan, dan perpipaan. Borescope bekerja layaknya teleskop atau kamera mini untuk menjelajahi area yang sempit atau sulit dijangkau. Dalam praktik industri, alat ini memungkinkan visualisasi bagian dalam komponen tanpa harus membongkar seluruh unit. Menurut penelitian sebelumnya penggunaan borescope dalam sistem perawatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), meskipun pencatatan data inspeksi masih dilakukan secara manual sehingga memperlambat pelaporan. Berdasarkan kondisi tersebut, penulis terdorong untuk merancang alat serupa dengan biaya terjangkau, yang mampu menampilkan hasil inspeksi secara langsung ke perangkat ponsel melalui teknologi nirkabel, guna mempermudah proses pengecekan kondisi internal barrel yang sulit dijangkau dengan penglihatan biasa.

Kerusakan yang terjadi pada *cylinder hydraulic* disebabkan oleh masuknya kotoran ke dalam *cylinder*, dikarenakan bocornya *seal*. Alhasil akan menyebabkan goresan pada *barrel* dalam *cylinder hydraulic*. Jika kontaminasi sudah masuk ke dalam *cylinder hydraulic*, maka terdapat potensi rusaknya sistem lainnya, dikarenakan kontaminan dapat bergerak mengikuti aliran oli [1]. Pemeriksaan visual: Periksa silinder hidrolik secara berkala untuk mengetahui tanda-tanda keausan, kerusakan, atau korosi. Perhatian khusus harus diberikan pada batang silinder, karena kerusakan di bagian ini dapat membahayakan integritas sistem. Cari goresan, penyok, atau tanda-tanda keausan tidak merata yang mungkin mengindikasikan ketidaksejajaran dalam sistem [2]. Rancang merupakan serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisa dari sebuah sistem ke dalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan. Sedangkan pengertian bangun atau pembangunan sistem adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian [3]. Borescope adalah alat yang bekerja seperti teleskop, mikroskop atau kamera. Hal ini memungkinkan orang untuk menjelajahi daerah yang terlalu kecil, terlalu jauh atau di luar jangkauan. Yang biasanya digunakan untuk inspeksi visual pada bagian yang ada pada pesawat, dan yang paling sering ditemukan adalah adanya goresan pada perangkat-perangkat yang ada pada pesawat [4].



Gambar 1. Susunan silinder hidrolik

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.42
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

Dalam proses pembersihan *inner cylinder* masih sangat tradisional, dengan menggunakan *absorbant pad* dan pipa *PVC* untuk membersihkan bagian dalam *cylinder*. Sama juga dengan proses inspeksi visual *inner cylinder hydraulic*, hanya sebatas cakupan mata saja. Dengan ini tidak maksimalnya inspeksi visual untuk bagian *inner cylinder hydraulic*. Kekurangan dalam metode ini terutama pada visual inspeksi adalah bagian terdalam *inner cylinder*, yang dimana susah ditangkap oleh mata pekerja, karena pekerja memeriksa *inner hydraulic cylinder* melalui luar saja.

Gambar 2. Proses pembersihan dan inspeksi visual *inner cylinder*

Penggunaan *borescope* pada *engine* pesawat dapat memperlihatkan bentuk-bentuk kerusakan seperti *scratch* material deformasi, material *melting*, serta material *burn*. Kekurangan dari borescope yang ada di pasaran saat di gunakan pada silinder hidrolik adalah, posisi kamera yang berada di bagian bawah silinder hidrolik, dan kamera dari borescope tersebut tidak bisa melihat ke bagian atas, samping, maupun bawah [5]. Oleh karena itu penulis ingin mencoba merancang alat borescope yang dapat duduk di poros silinder hidrolik dan dapat berputar hingga 360 derajat. Alhasil dapat menghasilkan tangkapan gambar yang lebih bagus [6]. Perancangan alat dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk fusion* 360. *Autodesk fusion* 360 adalah salah satu *software* CAD/CAM yaitu *software* yang memiliki dua bagian utama yaitu desain gambar CAD (*Computer Aided Design*) dan desain gambar CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Desain gambar CAD berisikan tentang gambar produk yang meliputi ukuran dan bentuk geometri [4].

Dengan demikian penulis melakukan penilitian ini dikarenakan pentingnya perawatan komponen pada silinder hidrolik, dan demi memberikan hasil perawatan dan perbaikan yang maksimal, penulis memberikan salah satu solusi yaitu dengan merancang alat yang dapat membantu proses inspeksi bagian dalam silinder hidrolik, yang akan membuahkan hasil dengan memaksimalkan proses inspeksi komponen silinder hidrolik pada saat dilakukan perbaikan dan perawatan komponen tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah alat yang dapat membantu proses inspeksi silinder hidrolik bagian dalam menggunakan mesin 3D *Printing*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini berupa rancangan dan membangun alat sesuai dengan kondisi lapangan yang penulis alami (*field research*). Dengan metode observasi langsung berdasarkan pengalaman penulis saat melakukan *on job training* pi PT Petrosea, penulis menyimpulkan bahwa dalam proses pemeriksaan *cylinder hydraulic* kurang maksimal, yaitu inspeksi tidak sampai bagian terdalam *cylinder hydraulic.* Oleh karena itu penulis merancang alat yang berfungsi membantu proses inspeksi bagian dalam *cylinder hydraulic.*

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.42
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

Aplikasi desain 3D yang digunakan adalah *Autodesk fusion* 360. Alat yang diguakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Justifikasi alat dalam penelitian

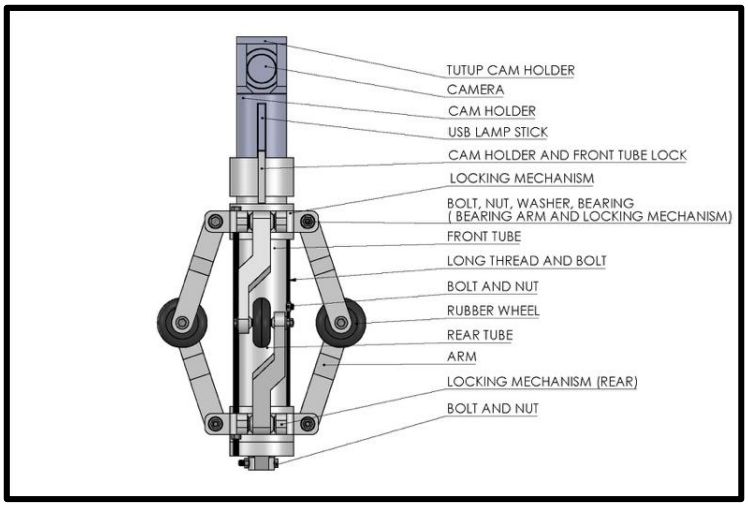
No	Alat	Justifikasi
1	Laptop	Laptop digunakan untuk proses mendesain gambar dan bentuk dari alat, serta membantu memvisualisasikan hasil dari rancangan agar dapat dipahami oleh seluruh pihak.
2	*Autodesk Fusion 360*	Sebuah *software* yang berfungsi sebagai *platform* untuk merancang dan mensimulasikan sesuatu, dalam *software* ini, pengguna dapat merancang dari bentuk 2 dimensi hingga 3 dimensi.
3	Aplikasi V380 *pro*	Sebuah aplikasi sebagai media penghubung antara kamera dengan *handpone*, agar dapat melihat hasil tangkapan kamera pada *hanphone* secara *wireless*.
4	*Handphone*	Sebagai perangkat untuk menyiarkan hasil tangkapan kamera ke pengguna.
5	3D *Printer*	Sebagai alat yang mencetak desain menjadi barang 3 dimensi.

Tabel 2. Daftar bahan

No	Bahan	No	Bahan
1	Kamera J2 V380 Pro	6	3D *Printer* filamen
2	*Powerbank module*	7	*Rubber wheel*
3	Baterai 18650 (2500 *mAh*)	8	*Bolt, nut, washer.*
4	Lampu *USB*	9	*Bearing*
5	Kabel *micro USB*	10	Pipa PVC ¾ inci

Tahapan penelitian akan terdiri dari observasi permasalahan di lapangan, identifikasi masalah, perancangan dan pembuatan alat, dan ujicoba alat. Proses ujicoba alat dilaksanakan dengan menguji alat langsung kepada komponen silinder hidrolik, dan menganalisa serta mengevaluasi hasil yang di dapat, jika hasil telah memenuhi ekspektasi, maka ujicoba dinyatakan selesai, tetapi jika hasil yang di dapat kurang memuaskan, maka perlu dilakukan perancangan ulang terkait alat tersebut. Berikut adalah rancangan *wireless borescope* beserta rincian komponen-komponennya:

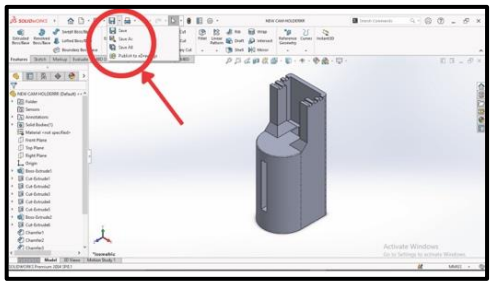
Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.42
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0



Gambar 3. Rancangan *wireless borescope*

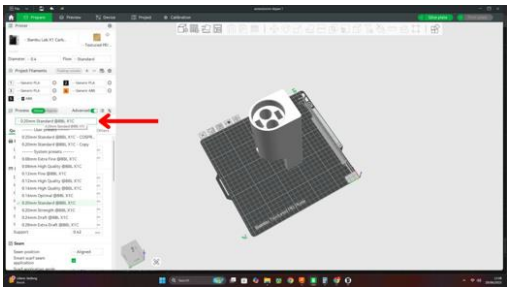
Berikut adalah tahapan dari proses 3D Printing menggunakan software ”Bambu Lab” untuk menjalankan 3D Printer BambuLab X1-C:

1. *Extract* desain dari format “sldprt” menjadi “STL”
   Sebelum mengimpor desain ke dalam *Bambu Lab Studio*, format desain perlu di ubah dari “*sldprt*” menjadi “*STL*” agar *software* dari *Bambu Lab* dapat membuka dan mengirimkan data tersebut ke alat 3D *Print* agar proses 3D *printing* dapat dilakukan. Berikut adalah tabel mengenai langkah langkah mengekstrak file.



Gambar 4. *Ekstraksi desain*

2. Persiapan Alat 3d Printer Dan Software Bambu Lab Studio dan Print
   Dalam mempersiapkan alat dan proses printing, selalu pastikan kondisi *printer* selalu bersih, dan filamen dalam jumlah yang cukup. Kita tidak menginginkan gagalnya proses *printing* yang diakibatnya habisnya filamen saat proses *printing*. Berikut adalah tabel terkait langkah langkah mempersiapkan *printer* hingga melakukan proses *print*.

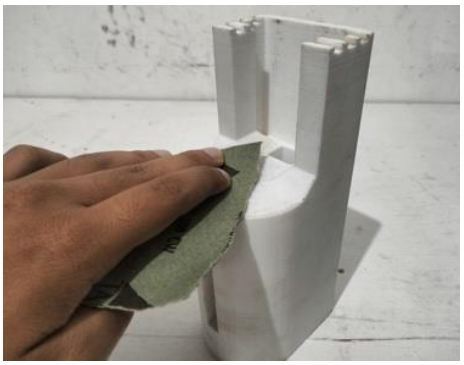


Gambar 5. Persiapan 3D *printing*

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.42
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

3. Proses Finishing Alat

Setelah barang selesai di *print*, maka alat harus dibersihkan dan di amplas untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Hal ini dilakukan untuk membersihkan sisa *support* dari proses *printing* sebelumnya.



Gambar 6. Proses *finishing*

Jika semua komponen telah di *print*, maka dilanjutkan untuk membuat *extension* yang berfungsi untuk membantu alat dalam menyusuri bagian dalam silinder hidrolik yang panjang. Seluruh komponen yang telah diselesaikan kemudian dirakit menjadi satu, untuk kemudian diakukan pengujian alat.

Gambar 7. Hasil akhir produk setelah dirakit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian tool ini dilakukan di PT. Petrosea, yang berlokasi di Balikpapan, dengan objek uji silinder hidrolik dari produk Komatsu. Jenis silinder dari *machine* PC2000-8, tepatnya pada silinder *arm.* Pada saat pengujian, alat mulanya diposisikan pada bibir silinder hidrolik dan sesuaikan rentangan kaki dengan diameter silinder hidrolik, lalu di kunci dengan *nut* pada *long thread*. Alat kemudian diarahkan Maju dan mundurkan alat sambil memantau kondisi permukaan silinder hidrolik melalui *handphone* yang telah terhubung dengan kamera. Berikut adalah *Job Safety Analysis* untuk pengunaan *wireless borescope*:

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.42
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

Tabel 3. *Job safety analysis* penggunaan *wireless borescope*

No	Uraian Pekerjaan	Potensi Bahaya	Langkah Pencegahan
1	Persiapan Alat dan silinder hidrolik	1.1 tool menimpa kaki	1.1.1 gunakan sepatu *safety*.
			1.1.2 pegang tool pada bagian yang kuat.
		1.2 silinder yang berat	1.2.1 gunakan alat bantu seperti *over head crane* dalam memindahkan silinder hidrolik.
			1.2.2 meminta bantuan reka kerja dalam menyiapkan silinder hidrolik
		1.3 area kerja yang padat	1.3.1 gunakan *barricae* untuk memetak area kerja.
		1.4 tergelincir	1.4.1 bersihkan area kerja jika terdapat tumpahan oli dengan *absorbant pad*, lalu tunggu hingga kering.
			1.4.2 gunakan sepatu *safety*
2	Merakit alat	2.1 tangan terjepit	2.1.1 rakitlah menggunakan sarung tangan.
		2.2 alat terjatuh dan mengenai kaki	2.2.1 dirakit di atas meja kerja.
			2.2.2 gunakan sepatu *safety*
3	Proses memasang alat pada silinder hidrolik	3.1 alat terjatuh dan mengenai kaki	3.1.1 memegang alat dengan erat dan pada bagian yang kuat
			3.1.2 gunakan sepatu safety
		3.2 titik jepit	3.2.1 jauhkan tangan pada titik jepit.
			3.2.2 gunakan sarung tangan
4	Proses pelepasan alat dari silinder hidrolik	4.1 titik jepit	4.1.1 Perhatikan tangan, dan hindari titik jepit
5	*housekeeping*	5.1 tersandung	5.1.1 perhatikan langkah kaki
			5.1.2 rapikan tempat kerja secara perlahan dan pasti

Gambar 8. *Wireless borescope* pada saat kontak dengan silinder hidrolik

Gambar 9. Tampilan perekaman gambar pada *device*

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.42
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

Gambar 10. Tampilan perekaman gambar pada *device*

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, kinerja alat *wireless borescope* telah memenuhi ekspektasi yang diharapkan. Inspeksi visual yang dilakukan mampu menunjukkan kondisi *inner cylinder* secara cukup jelas seperti yang ditunjukkan gambar 10.

KESIMPULAN

Metode 3D *printing* yang digunakan untuk membuat *wireless borescope inner cylinder* yang digunakan dalam penelitian ini mampu menjawab permasalahan yang selama ini dihadapi oleh mekanik pada saat melakukan inspeksi visual. Keunggulan dari penggunaan 3D printing adalah bobot akhir dari produk menjadi lebih ringan sehingga mempermudah pengaplikasiannya. Peningkatan untuk alat ini dapat dilakukan pada aspek kualitas kamera yang digunakan serta sudut jangkauan kamera (dapat menggunakan kamera 360).

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. F. Darmawi and H. D. Darsan, "Analisa Kerusakan Dan Perbaikan Hydraulic Lift Cylinder Pada Wheel Loader Caterpillar 950," *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, vol. 8, no. 2, p. 233, Oct. 2022, doi: 10.35308/jmkn.v8i2.6204.

[2] A. S. Harjono, "Proses Manufacture Spare Part Variasi Sepeda Motor Dengan Program Autodesk Fusion 360 Pada Mesin CNC Milling 3 Axis," *Inisiasi*, pp. 9–14, Feb. 2023, doi: 10.59344/inisiasi.v11i1.37.

[3] Y. Mulyanto, F. Hamdani, and Hasmawati, "Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Pada Toko Omg Berbasis Web Di Kecamatan Empang Kabupaten Sumbawa," *Jurnal Informatika, Teknologi dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 69–77, Feb. 2020, doi: 10.51401/jinteks.v2i1.560.

[4] H. Setiawan, A. Pratama, R. Rina, and M. Y. Diratama, "Kaji Eksperimen Model 3d Roda Gigi Heliks Berbasis Script Menggunakan Software Autodesk Fusion 360," *Austenit*, vol. 14, no. 1, pp. 42–47, Apr. 2022, doi: 10.53893/austenit.v14i1.4561.

[5] F. Alrazzak, J. Mahyuda, Menhendry, and Zulfikar, "Perawatan dan Perbaikan Sistem Hidrolik pada Dumping Dump Truck Mitsubishi Fuso 190Ps," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur*, vol. 3, no. 1, pp. 13–22, Apr. 2021, doi: 10.48182/jtrm.v3i1.72.

[6] R. Fitria Utami, F. Setiawan, and E. Sofyan, "Analisis Penyebab Utama Engine Breakdown Pada Engine Sisi Kanan CFM 56-7b26 Dengan Pendekatan Metode DMAIC," *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, Jul. 2023, doi: 10.56521/teknika.v9i1.655.

Volume 02 No. 02, bulan Juli, tahun 2025
DOI: https://doi.org/10.32487/jab.v2i2.42
Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0