

DESAIN DAN PEMBUATAN PERANGKAT PELUBANG PORTABEL RUMAH ANAK KUNCI PADA KERANGKA ALUMINIUM HOLLOW

Syamsul Hadi¹⁾, Bambang Irawan²⁾, Purwoko³⁾, Anggit Murdani⁴⁾, Fica Aida Nadhifatul Aini⁵⁾, Cahyo Tri Waluyo⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

Email¹⁾: syampol2003@yahoo.com syamsul.hadi@polinema.ac.id

Email²⁾: bambang.irawan@polinema.ac.id

Email³⁾: purwoko@polinema.ac.id

Email⁴⁾: anggitm@polinema.ac.id

Email⁵⁾: fica.aida@polinema.ac.id

Email⁶⁾: cahyotriwaluyo03@gmail.com

Abstract

Manual work using drilling machines, manual grinding, and filing in penetrating holes in the profile of the hollow Aluminum frame in the shape of the glass door lock housing is the problem faced. Community service aims to obtain a portable door lock children's home hole prototype for hollow aluminum frame profiles for glass doors. The method applied is design discussions with partners, making a hole punch frame for a portable door lock housing for an Aluminum frame profile according to the dimensions of a 3 Ton jack, making a punch in the exact shape of a particular key housing hole with an electric discharge machine (EDM) Wire Cut, hardening and tempering steel punch, making sharp side profiles for the shape of the key housing using a CNC milling machine, trial of punching the door frame profile, and handing over the portable door lock home punch tool kit to the service partner. With the completion of the manufacture of the portable door lock children's home punch tool kit as a work aid, it can be used to support the production of glass door frames ordered by the wider community with good results, a fast process, and production costs can be reduced. In this way, there is a synergy between State Polytechnic of Malang (Polinema) and community members in the production of products needed by the community more efficiently and able to meet the needs of the general community.

Keywords: hollow Aluminium frame, glass door lock housing, punch tool kit, electric discharge machine, and community service.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan yang dihadapi adalah tidak tegak lurus, tidak rapi, dan lamanya pelubangan rumah anak kunci pintu kaca pada kerangka Aluminium *hollow* yang dikerjakan secara manual dengan mesin bor, gerinda manual, dan kikir. Permasalahan tersebut dihadapi oleh Usaha Kecil dan Usaha Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang konstruksi dari bahan kerangka atau profil Aluminium *hollow* untuk daun pintu kaca, daun jendela, ventilasi, etalase dari kerangka profil Aluminium. Satu di antara UMKM tersebut adalah Bengkel New Lucky Aluminium yang berlokasi di Jl. Gadang Gang XIX, Kec. Sukun, Malang 65149. Suasana bengkel tersebut sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Suasana Kerja Bengkel New Lucky Aluminium

Luas lahan bengkel tersebut sekitar lebar 10 m panjang 100 m dengan atap Seng kerangka kuda-kuda dari Baja Profil I. Lokasi tersebut

terletak ke arah Barat berjarak sekitar 200 m dari Jl. Raya Gadang dan ke arah Timur berjarak sekitar 60 m dari Sungai Brantas.

Urgensi diperlukan peralatan pelubang yang menggunakan *punch*, karena pekerjaan manual membutuhkan waktu yang lebih lama, memerlukan keterampilan tertentu yang dapat menghasilkan pelubangan tembus kerangka profil yang tegak lurus terhadap sumbu profil Aluminium *hollow* agar anak kunci yang digunakan tidak cepat patah. Oleh karenanya kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat untuk Desain dan Pembuatan Perangkat Pelubang Rumah Anak Kunci Pintu Kaca pada kerangka Aluminium *hollow* tersebut menjadi sangat penting dan mendesak.

Tujuan pengabdian kepada masyarakat untuk (1) memudahkan tenaga kerja dalam pembuatan lubang pada profil *hollow* dari Aluminium kerangka pintu kaca; (2) menjamin hasil pelubangan yang presisi dan tegak lurus lubangnya terhadap sumbu profil Aluminium *hollow*; dan (3) menghemat waktu kerja yang berarti dapat meningkatkan produktivitas kerja dalam pembuatan kerangka pintu kaca dari profil Aluminium *hollow*.

Rencana pemecahan masalah atas ketidak-tegak lurusan lubang rumah anak kunci dilakukan dengan diskusi dengan mitra, dengan intern tim pengabdian, pembuatan desain dan pembuatan perangkat pelubang rumah anak kunci dengan *punch* pada kerangka atau profil Aluminium *hollow*, diawali dengan pembuatan kerangka, penyesuaian ukuran dongkrak hidrolik 3 Ton, pembuatan *punch*, pembuatan penjepit kerangka Aluminium *hollow* pada dua sisi *punch*, perlakuan panas *punch* melalui *hardening* diikuti dengan *tempering* dan setelahnya dilakukan pengerjaan dengan mesin Frais CNC untuk membuat sisi tajam pisau pemotong bentuk rumah anak kunci, uji coba pelubangan (istilah lain ada yang menyebut dengan *diplong*), analisis hasil pelubangan, dan akhirnya dilakukan pemberian sebagai sumbangan ke UMKM New Lucky Aluminium di Gadang Malang.

2. KAJIAN LITERATUR

Beberapa bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan perangkat pelubang diantara berbagai bentuk baja sebagai komponen konstruksi. Bahan kerangka peralatan pelubang rumah anak kunci pada kerangka profil *hollow* Aluminium pintu kaca portabel dengan penggerak dongkrak mobil dibuat dari baja

karbon rendah atau ST37 [1], berupa kolom pejal dari baja silindris, landasan profil kanal dan pipa persegi sebagai kakinya, pelat landasan profil Aluminium, pelat pemegang dudukan *punch*, batang klem penjepit profil *hollow* agar saat dilubangi tidak bergeser atau bergerak ke berbagai arah, meja dudukan perangkat pelubang rumah anak kunci dari profil kanal, pelat yang diikat dengan lasan menyatu menjadi meja alat pelubang. Profil persegi empat baja *hollow* 50 mm x 50 mm x 2 mm galvanis untuk bahan kaki meja [2]. Kanal U, 200 x 80 x 7,5 mm atau Besi UNP 200 ataupun disebut juga dengan U-Channel digunakan untuk landasan 2 tiang/kolom silindris tempat meluncurnya pelat landasan tumpuan profil Aluminium *hollow* yang dilubangi dengan rumah anak kunci [3].

Baja umumnya berkekuatan tinggi dengan harga wajar, tetapi mudah berkarat karena uap air dan udara. Jadi supaya korosi dapat dikurangi, maka permukaan akhir produk perlu dicat, dan konstruksinya didesain supaya tidak terdapat genang air yang dapat menimbulkan dan mempercepat korosi dan akhirnya menurunkan kekuatannya terkikis olehnya [4]. Untuk mengurangi korosi dapat dipilih baja yang dilapisi Seng/Galvanis. Batang baja bentuk silindris dikenal dengan nama betoneser yang digunakan sebagai penguat beton, dibutuhkan untuk batang penjepit klem dengan ulir segi empat pada profil Aluminium *hollow* yang dilubangi bentuk rumah anak kunci, sehingga posisinya kokoh, tidak tergeser atau bergoyang saat dilubangi dengan *punch* dari arah atas peralatan pelubang [5]. kawat elektroda sebagai pakan las digunakan dalam pengelasan dengan listrik pada penyambungan bahan baja [6]. Pelat landasan untuk tumpuan profil Aluminium *hollow* dan pelat dudukan tempat pengikatan dengan 4 buah baut untuk pemegang *punch* dibuat dari baja karbon rendah dengan ketebalan 10 mm [7]. Pegas tarik dipilih dari bahan baja karbon menengah yang memiliki elastisitas yang baik dan mampu menarik kembali Pelat landasan untuk tumpuan profil Aluminium *hollow* dan menekan batang dongkrak ke posisi bawah, sehingga siap digunakan untuk pelubangan profil Aluminium *hollow* [8].

3. METODE

Rancangan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat berupa desain dan pembuatan sebuah perangkat pelubang bentuk rumah anak kunci pada profil Aluminium *hollow* kerangka pintu kaca dengan cara penekanan

menggunakan pasangan *punch*-landasan dengan 2 tahap pelubangan agar tidak terjadi deformasi pada profil yang berlubang yang dapat menghasilkan 2 lubang tembus yang tegak lurus terhadap profilnya dengan bantuan penekanan memakai dongkrak hidrolik yang prinsip kerjanya memakai metoda uji tekan [9]. Bahan dongkrak hidrolik (*hydraulic jack*) kapasitas 3 Ton dengan kemampuan menaikkan beban setinggi 16 cm dengan tinggi awal 17 cm dan setelah didongkrak maksimum dapat mencapai ketinggian maksimum 33 cm yang cukup untuk digunakan dalam pelubangan kerangka profil *hollow* Aluminium pintu kaca berukuran 40 mm x 65 mm yang dapat dibeli dalam bentuk satu set sudah jadi produk yang terdapat di perdagangan yang siap digunakan atau dipasang pada dudukan peralatan pelubang rumah anak kunci pada kerangka profil *hollow* aluminium pintu kaca portabel dengan penggerak dongkrak mobil. Tuas dongkrak dapat dipanjangkan hanya dengan ditarik dan dikembalikan menjadi pendek dari setengah panjangnya [10].

Dalam pengerjaan dengan mesin frais untuk perataan permukaan atau mengurangi ketebalan bahan digunakan proses pemakanan yang menggunakan kecepatan potong yang dapat dihitung dengan rumus, $V_c = \pi d n$, dengan d adalah diameter *cutter*, n adalah kecepatan putaran spindel dalam satuan *rpm* [11]. Jenis sambungan lasan yang digunakan dalam penyambungan komponen kerangka perangkat pelubang profil Aluminium *hollow* maupun untuk konstruksi meja penumpu adalah sambungan Tee [12]. Tegangan geser sambungan las sudut yang diizinkan (kg/mm^2) dapat dihitung dengan Rumus: $\tau_g = (F \cdot 0,707/h \cdot l)$, dengan F adalah gaya tarik pada alas lasan (kg) h adalah tebal lasan (mm), dan l adalah panjang efektif las (mm) [13].

Desain *punch* dibuat mengikuti ukuran dari ukuran lubang rumah anak kunci yang dibutuhkan. *Punch* dibuat dari baja perkakas SKD11 yang memenuhi syarat sebagai bahan *punch* yang dipotong menggunakan *EDM Wire Cut*, kemudian dikeraskan dan diikuti dengan tempering, setelah dikeraskan, bentuk sisi tajam pisau pemotongnya dikerjakan dengan mesin Frais CNC. Gaya penekanan pada *punch* mengikuti prinsip uji tekan [9].

Persiapan pengerjaan dengan Mesin Frais pada komponen yang dikerjakan oleh Mahasiswa Program Diploma III yang mengerjakan Lapaoran Akhir Studinya terkait

pembuatan perangkat pelubang, yang mana pada komponen pelat penahan ujung belakang *punch* harus difrais sedalam 5 mm, karena pembuatan *punch* yang baru sepanjang 70 mm yang lebih panjang dari sebelumnya sepanjang 65 mm, sehingga saat *punch* dipasang pada perangkat pelubang ujung tajamnya lebih rendah daripada permukaan atas profil saat menjelang diikat dengan 2 batang ulir segi empat sebagaimana Gambar 2.



Gambar 2. Persiapan pengefraisan pada komponen penahan ujung belakang *punch*

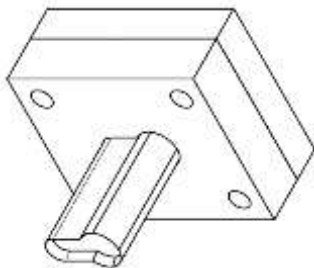
Penipisan ketebalan pelat penahan ujung belakang *punch* dari 15 mm menjadi 10 mm dengan menggunakan Mesin Frais Manual dengan pemakanan setiap lapisnya sekitar 0,4 mm mengikuti rumus kecepatan potong, $V_c = \pi d n$ [11], dengan d adalah diameter *cutter*, n adalah kecepatan putaran spindel dalam satuan *rpm* yang membutuhkan waktu proses sekitar 1,5 jam kerja yang dibantu oleh Ketua Tim Pengabdian sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Penipisan ketebalan pelat penahan ujung belakang *punch*

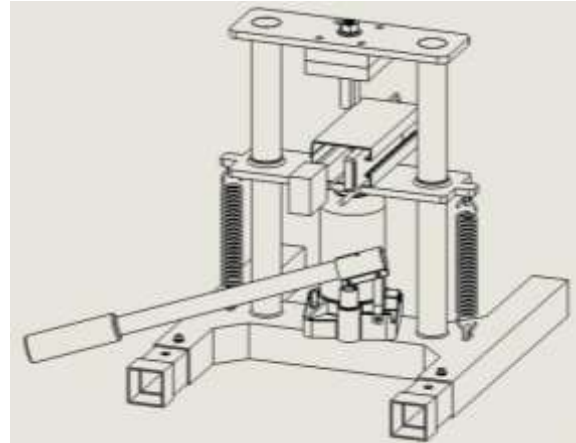
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil desain *punch* perangkat pelubang bentuk rumah anak kunci pada kerangka profil *hollow* Aluminium sebagaimana Gambar 4.



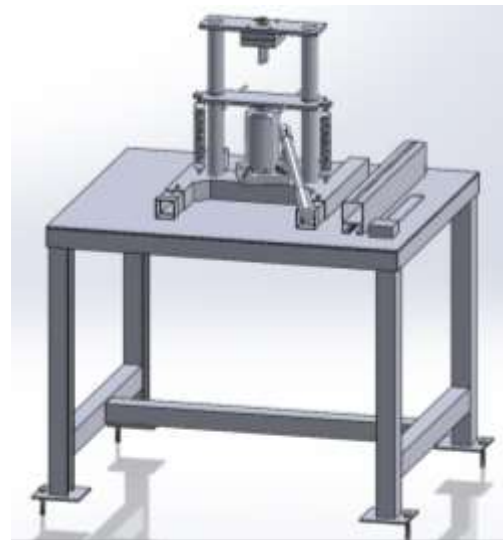
Gambar 4. Desain *punch* perangkat pelubang bentuk rumah anak kunci pada kerangka profil Aluminium *hollow*

Hasil desain perangkat pelubang profil aluminium *hollow* bentuk rumah anak kunci untuk kerangka pintu kaca sebagaimana Gambar 5.



Gambar 5. Desain perangkat pelubang profil aluminium *hollow* bentuk rumah anak kunci kerangka pintu kaca

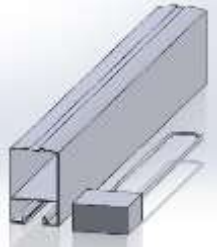
Desain perangkat pelubang profil Aluminium *hollow* bentuk rumah anak kunci untuk kerangka pintu kaca jika diinginkan digunakan banyak pada posisi statis/menetap di suatu bengkel ada baiknya dibuat desain menggunakan meja, sehingga para pekerja dapat bekerja dengan kondisi lebih ergonomis di tempat kerjanya sebagaimana Gambar 6.



Gambar 6. Meja perangkat pelubang profil Aluminium *hollow* yang lebih ergonomis

Penampang profil Aluminium *hollow* yang akan dilubangi untuk penempatan rumah anak kunci dan landasan bersambung dengan batang pegangan sebagaimana Gambar 7 yang akan dimasukkan untuk pelubangan tahap pertama pada permukaan profil sebelah atas yang terbuat dari bahan polimer jenis Polytetrafluorethylene (PTFE) yang pada bagian bawahnya bisa diganjal kayu yang ukuran tebalnya 0,5 mm

lebih tipis totalnya daripada celah lubang sebelah dalam profil Aluminium *hollow*.



Gambar 7. Penampang profil Aluminium *hollow* dan landasan bersambung dengan batang pegangan

Hasil pembuatan sisi tajam *punch* dengan Frais CNC sebagaimana Gambar 8.



Gambar 8 Hasil pembuatan sisi tajam *punch* dengan Frais CNC

Hasil uji coba pertama kali pelubangan profil Aluminium *hollow* dengan perangkat pelubang pada profil Aluminium yang hasil potongannya menancap pada landasan PTFE, karena penekanan *punch* melebihi 3 mm dan pelubangan lanjutan menghasilkan dua lubang yang menembus profilnya (dua permukaan lubang sesumbu) yang tegak lurus sumbu profil tersebut sebagaimana Gambar 9. Pelubangan selanjutnya disarankan gerakan *punch* cukup sedalam 3 mm saja, agar hasilnya tidak menancap pada landasan.



Gambar 9. Hasil uji coba pelubangan menembus profil Aluminium *hollow*

Evaluasi hasil pelubangan profil menunjukkan bahwa pelubangan profil dapat dilakukan dengan 2 tahap, tahap pertama pelubangan pada permukaan depan profil Aluminium *hollow* dengan menggunakan landasan yang dimasukkan ke dalam profil sedalam sekitar 0,9 m (90 cm) dari dasar tinggi profil atau permukaan lantai, jika lubang rumah anak kunci pintu berada pada ketinggian sekitar 90 cm dari lantai, dibuatkan tangkai pegangan landasan sekitar 115 cm untuk memudahkan memasukkan dan mengeluarkannya setelah pelubangan rumah anak kunci tahap pertama selesai dilakukan dengan pendongkrakan hidraulik, ketebalan landasan dibuat 0,5 mm lebih kecil ukurannya daripada celah lubang Aluminium *hollow* yang mana, misal ketebalan profil Aluminium *hollow* adalah 40 mm, dengan tebal profil 1,5 mm, maka celahnya adalah 37 mm, tebal landasan dibuat 36,5 mm dengan landasan polimer PTFE 10 mm dengan ganjal kayu setebal 26,5 mm yang disatukan dengan PTFE dengan pengikatan dengan disekrup dari arah bawah, sehingga kepala sekrup tidak mengenai sisi tajam *punch* ketika langkah pelubangan profil Aluminium. Tahap kedua pelubangan rumah anak kunci dilakukan dengan pengangkatan *punch* dari profil hingga terlepas, pelepasan landasan di dalam profil Aluminium *hollow*, kemudian *punch* dimasukkan lagi dengan pendongkrakan hingga menembus permukaan belakang profil Aluminium *hollow* dengan menggunakan landasan PTFE yang telah dipasangkan di bagian bawah profil *hollow* sebelumnya.

Hasil pelubangan menunjukkan sisi potong keliling lubang bentuk rumah anak kunci adalah rapi, jika ada sedikit duri-duri logam dapat dikikir atau diampelas untuk membersihkannya, lubang tegak lurus terhadap sumbu profil Aluminium *hollow* dan waktu pengerjaan dengan menggunakan perangkat pelubang lebih singkat yang membutuhkan waktu sekitar 6 menit daripada pengerjaan manual yang butuh waktu sekitar 18 menit atau sepertiganya atau sekitar 33%-nya yang berarti kemampuan pelubangan dengan menggunakan perangkat pelubang profil Aluminium *hollow* adalah 3 kali lebih cepat daripada pengerjaan secara manual.

Serah terima hasil pengabdian kepada masyarakat kepada mitra dilaksanakan pada Agustus 2024 sebagaimana Gambar 10.



Gambar 10. Acara serah terima perangkat pelubang rumah anak kunci pintu kaca

Gambar 11. X banner perangkat pelubang

Serah terima mengundang Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (P3M) dan Wakil Direktur IV sebagai misi menjalin kerjasama dengan industri konstruksi kerangka profil Aluminium dan para Anggota Tim Pengabdian para dosen Jurusan Teknik Mesin, Polinema.

Spesifikasi dan dimensi hasil perangkat pelubang rumah anak kunci *portable* pada pelat profil Aluminium *hollow* tebal maksimal 1,5 mm: (1) Dimensi perangkat pelubang: 330x300x389 (mm), (2) Spesifikasi dongkrak: 3 Ton, (3) Meja: panjang 700mm x lebar 600mm x tinggi 800mm; dan (4) Berat total: 45 kg.

Perangkat pelubang rumah anak kunci pintu kaca telah dipamerkan dalam Expo 2024 yang dilaksanakan oleh Politeknik Negeri Malang di Graha Polinema dengan menampilkan X Banner sebagaimana Gambar 11.

Hasil pelubangan sisi potong keliling lubang bentuk rumah anak kunci adalah cukup rapi, terdapat sedikit duri-duri logam yang dapat dibersihkan dengan dikikir atau diampelas, hasil kedua lubangnya adalah tegak lurus terhadap sumbu profil Aluminium *hollow* dan perbandingan waktu pengerjaan dengan menggunakan perangkat pelubang membutuhkan waktu sekitar 6 menit daripada pengerjaan manual yang butuh waktu sekitar 18 menit atau sekitar 33%-nya lebih cepat yang berarti kemampuan pelubangan dengan menggunakan perangkat pelubang profil Aluminium *hollow* adalah 3 kali lebih cepat daripada pengerjaan secara manual.

Total waktu efektif total untuk pengerjaan pembuatan perangkat pelubang Aluminium *hollow* termasuk pengerjaan meja penumpu perangkat pelubang tersebut adalah sekitar 9 sampai 10 jam kerja menerus.

Alat Pelubang Bentuk Rumah Anak Kunci pada Profil Rangka Pintu Aluminium Segi Empat dengan *Punch-Landasan* telah didaftarkan Paten Sederhana bernomor S00202213092 pada tanggal 18 November 2022 dan telah dilakukan pemeriksaan serta telah direvisi Deskripsi Paten tersebut pada 26 November 2023.

5. SIMPULAN

Simpulan dari pengabdian kepada masyarakat diantaranya:

- 1) Hasil pelubangan dengan perangkat pelubang profil Aluminium *hollow* adalah 3 kali lebih cepat daripada

- pelubangan secara manual dari 18 menit menjadi 6 menit;
- 2) Hasil pelubangan dengan perangkat pelubang Aluminium *hollow* adalah dijamin tegak lurus terhadap sumbu profil, yang berarti peluang patahnya anak kunci yang digunakan adalah lebih kecil; dan
 - 3) Total waktu efektif pembuatan perangkat pelubang Aluminium *hollow* termasuk pengerjaan meja penumpunya adalah sekitar 10 jam kerja menerus.

6. ACKNOWLEDGMENT

Penulis sampaikan banyak terima kasih atas dukungan dana Pengabdian kepada Masyarakat dari Politeknik Negeri Malang melalui DIPA Nomor: SP DIPA-023.18.2.677606/2024 dengan Surat Perjanjian Nomor 5650/PL2.1/HK/2024.

7. DAFTAR REFERENSI

- [1] Hadi, Syamsul, 2016. *Teknologi Bahan*, ISBN 978-979-29-5586-6, <https://andipublisher.com/produk/detail/teknologi-bahan> Andi Offset, Yogyakarta.
- [2] Anonim, 2024a, Besi Hollow 50 x 50 x 2 mm x 6m (std), <https://www.smsperkasa.com/besi-hollow-50-x-50-x-2-0mm-x-6m-std/sku/BE1100E3E3?srsltid=AfmBOoo39o5V2gZOQFvb9wsi0uA3-k-NAUSJJK79weztlw1B3VEs28B>, diakses 24 Agustus 2024.
- [3] Anonim, 2024b, Besi UNP 200 (200 x 80 x 7.5 mm) | Kanal U | U-Channel, https://www.tokopedia.com/idpsteel/besi-unp-200-200-x-80-x-7-5-mm-kanal-u-u-channel?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp-seo&srsltid=AfmBOoq0JDZQLNAf8xqP0GHRgmtMbm3H97Y88rV5QPfkbEtaXZHHSVd, diakses 24 Agustus 2024.
- [4] Hadi, Syamsul, 2016. *Teknologi Bahan Lanjut*, ISBN 978-979-29-6366-3, <https://andipublisher.com/produk/detail/teknologi-bahan-lanjut>, Andi Offset, Yogyakarta.
- [5] Anonim, 2024c, Besi Beton 8mm Merk KS 12 m, <https://www.tokopedia.com/rekomendasi/395772423>, diakses 24 Agustus 2024.
- [6] Anonim, 2024d, Kawat Las Listrik ukuran 2 mm Nikko Steel, [https://www.google.co.id/search?q=pakan+las+listrik&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiFr6Wj3erZAhUIxLwKHcS5A1QQ_AUICigB&biw=1366&bih=613#imgsrc=9dgr7aoxgNX10M](https://www.google.co.id/search?q=pakan+las+listrik&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiFr6Wj3erZAhUIxLwKHcS5A1QQ_AUICigB&biw=1366&bih=613#imgsrc=9dgr7aoxgNX10M;);, diakses 24 Agustus 2024.
- [7] Anonim, 2024e, Besi Plat 10 mm x 50 mm x 1200 mm, <https://www.tokopedia.com/megaagungperkasa/besi-plat-10-mm-x-50-mm-x-1200-mm>, diakses 18 Januari 2024.
- [8] Anonim, 2024f, <https://www.tokopedia.com/deliaper/perpegas-tarik-od-40mm-kawat-5mm-panjang-300mm-baja>, diakses 18 Januari 2024.
- [9] Hadi, Syamsul, 2024. *Pengujian Bahan Teknik*, ISBN 978-623-01-3945-1, <https://andipublisher.com/produk/detail/pengujian-bahan-teknik>, Andi Offset, Yogyakarta.
- [10] Anonim, 2024g, Dongkrak Botol/Bottle Hidrolik 3 Ton, Hydraulic Jack Truck-Mobil, <https://www.tokopedia.com/alfredowei/dongkrak-botol-bottle-3-ton-3ton-hidrolik-hydraulic-jack-truck-mobil?extParam=ivf%3Dfalse&src=topads>, diakses 24 Agustus 2024.
- [11] Jutz, H., & Scharkus, E., 2006, *Westerman Tables for the Metal Trade* (2nd Edition), https://books.google.co.id/books/about/Westermann_Tables_For_The_Metal_Trade.html?id=tnxtzYuO2qIC&redir_esc=y, New Age Internasional, New Delhi.
- [12] Sato, G. T., & Hartanto, N. S., 2013, *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*, PT Balai Pustaka, Jakarta Timur, <https://opac-lumajang.polinema.ac.id/item/26>.
- [13] Wiryosumarto, Harsono, 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta, https://www.academia.edu/21041117/welding_teknologi.