

SKRIPSI

**PEMBUATAN MEKANISME PENGANGKAT ES BALOK
KRISTAL PASCA PRODUKSI**



Oleh

SYAMA SUNDARA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

SKRIPSI

**PEMBUATAN MEKANISME PENGANGKAT ES BALOK
KRISTAL PASCA PRODUKSI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

SYAMA SUNDARA

NIM. 1915234014

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBUATAN MEKANISME PENGANGKAT ES BALOK KRISTAL PASCA PRODUKSI

Oleh

SYAMA SUNDARA

NIM. 1915234014


Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Skripsi

Program D4 pada Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I


Ketut Bangse, S.T., M.T.
NIP. 196612131991031003

Pembimbing II


Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T.
NIP. 196211241990031001

Disahkan oleh:



Politeknik Negeri Bali Jurusan Teknik Mesin


Dr. Ir. Gede Santosa, M.Erg.
196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMBUATAN MEKANISME PENGANGKAT ES BALOK KRISTAL PASCA PRODUKSI

Oleh

SYAMA SUNDARA

NIM. 1915234014

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal:

Jumat, 24 Agustus 2023

Tim penguji

Penguji I : Dr. Luh Putu Ike Midiani, ST, MT

NIP : 197206021999032002

Tanda Tangan



(.....)

Penguji II : Ir. I Nyoman Gede Baliarta, M.T.


NIP : 196509301992031002



(.....)

Penguji III : Dr. Ir. I Made Suarta, M.T

NIP : 196606211992031003



(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : SYAMA SUNDARA

Tempat/Tgl Lahir : Denpasar, 11 Juli 2001

NIM : 1915234014

Jurusan : Teknik Mesin

Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Proposal Skripsi : Pembuatan Mekanisme Pengangkat Es balok Kristal Pasca
Produksi

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya ilmiah skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam buku skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undang yang berlaku.

Denpasar, 24 Agustus 2023

Penulis



Syama Sundara
SYAMA SUNDARA

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menerima bimbingan, petunjuk, dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa. M Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST. MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas
5. Bapak Ketut Bangse, ST., M.T, selaku dosen pembimbing1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga skripsi dapat terselesaikan.
6. Bapak Ir.I Wayan Adi Subagai,M.T selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga skripsi dapat terselesaikan.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta Pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Keluarga, pasangan saya, dan teman-teman seperjuangan yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya. Peneliti atau penulis dan khususnya kepada civitas akademik Politenik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan masih ada kekurangan oleh karena itu kami mengharapakan saran dari semua pihak guna perbaikan kesempatan berikutnya.

Denpasar, 24 Agustus 2023

SYAMA SUNDARA

ABSTRAK

Bisnis penjualan es kristal di Indonesia sedang meningkat pesat. Permintaan akan es kristal semakin tinggi seiring dengan banyaknya pelaku usaha yang menggunakan es kristal untuk pendinginan dan penyegar minuman serta makanan seperti ikan dan daging. Oleh karena itu, ada ide untuk meningkatkan produksi es kristal dengan menerapkan sistem cetak dan menggunakan mekanisme pengangkat es balok kristal menggunakan crane.

Alat pengangkat memainkan peranan penting dalam mendukung pekerjaan, dari yang konvensional hingga menggunakan teknologi otomatis. Namun dalam mengangkat dan meletakkan es balok hasil produksi, terdapat permasalahan yang serius terkait bobot yang berat dan resiko cedera. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Transmigrasi dan Koperasi No. 01 tahun 1978 membatasi bobot yang dapat di topang pekerja. Oleh karena itu, alat bantu yang mampu mengangkat es balok dengan aman di perlukan.

Meskipun telah ada beberapa alat pengangkat es balok kristal, banyak keterbatasan masih ada, termasuk dalam tenaga dibutuhkan, berat alat, sistem kerja yang sulit, dan biaya pembuatan yang mahal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat konstruksi sederhana, mudah di simpan, dan terjangkau sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

Kata kunci: *crane*, alat pengangkat, es balok kristal

ABSTRACT

The business of selling crystal ice in Indonesia is growing rapidly. The demand for crystal ice is increasing as many businesses use crystal ice to cool and refresh drinks and food such as fish and meat. Therefore, there is an idea to increase the production of crystal ice by applying a molding system and using a mechanism to lift the crystal ice blocks using a crane.

Lifting equipment plays an important role in supporting work, from conventional to using automated technology. However, in lifting and placing manufactured ice blocks, there are serious problems related to heavy weight and risk of injury. Regulation of the Minister of Manpower, Transmigration and Cooperatives No. 01 of 1978 limits the weight a worker can support. Therefore, a tool that is able to lift ice blocks safely is needed.

Although there have been several crystal block ice lifters, many limitations still exist, including the manpower required, the weight of the equipment, the working system is difficult, and the cost is expensive to manufacture. This study aims to design and manufacture simple construction, easy to store, and affordable according to the needs in the field.

Keywords: cranes, lifting equipment, ice crystal blocks

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini yang berjudul Pembuatan Mekanisme Pengangkat Es Balok Kristal Pasca Produksi tepat pada waktunya. Penyusunan proposal skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program Pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Proposal Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya penulis dimasa yang akan datang.

Denpasar, 24 Agustus 2023

SYAMA SUNDARA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Ukuran Besi <i>Hollow Galvanis (HDG)</i>	11
Tabel 2. 2 Tabel ukuran besi <i>hollow galvanis (Pre-galvanizing)</i>	13
Tabel 2. 3 Tabel ukuran uliran pipa <i>galvanis</i>	15
Tabel 2. 4 Faktor faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan f_c	19
Tabel 2. 5 Nilai faktor keamanan	25
Tabel 3. 1 Waktu penelitian.....	29
Tabel 3. 2 Rancangan data penelitian.....	29
Tabel 4. 1 Tabel pengujian alat	47

DAFTAR ISI

SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I.PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.1 Tujuan Umum.....	2
1.4.2 Tujuan khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Bagi Penulis.....	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali.....	3
1.5.3 Bagi Masyarakat	4
BAB II.LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pengertian Tentang <i>Crane</i>	5

2.1.1 Jenis – jenis Utama <i>Crane</i>	7
2.2 Bahan Teknik Yang Dibutuhkan	8
2.3 <i>Elektrik Winch</i>	16
2.4 Momen dan Torsi.....	17
2.5 Kekuatan Las	19
2.6 Baut dan Mur	20
2.7 Perencanaan Tali Baja	21
2.8 Perhitungan volume balok dan massa jenis	25
BAB III.METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.1.1 Rancang Bangun Mekanisme Pengangkat Es Balok Kristal	26
3.2 Alur Penelitian.....	27
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	28
3.3.1 Lokasi Penelitian	28
3.3.2 Waktu Penelitian.....	29
3.4 Penentuan Sumber	29
3.5 Sumber Daya Penelitian	29
3.6 Instrumen Penelitian.....	30
3.7 Prosedur Penelitian.....	31
BAB IV.HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Desain Rancangan Bangun Alat.....	32
4.1.1 Cara kerja Pengangkat Es Balok kristal	33
4.1.2 Spesifikasi <i>Crane</i> pengangkat Es Balok Kristal.....	33
4.1.3 Gambar ukuran rangka	33

4.2 Pembahasan	35
4.2.1 Perhitungan komponen	35
4.2.2 Perhitungan Torsi	35
4.2.3 Perhitungan Momen	37
4.2.4 Perhitungan tali baja	38
4.2.6 Perhitungan Baut dan Mur.....	39
4.2.7 Perhitungan volume balok dan massa jenis es.....	40
4.3 Proses Pembuatan Alat <i>Crane</i>	41
4.4 Proses Perakitan Alat <i>Crane</i>	43
4.5 Pengujian alat	47
BAB V.PENUTUP	48
5.1 KESIMPULAN	48
5.2 SARAN.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Engine Crane</i>	5
Gambar 2. 2 Besi <i>Hollow Galvanis</i>	8
Gambar 2. 3 Proses <i>Galvanizing</i> Dengan Metode <i>Hot-Dip Galvanizing (HDG)</i>	10
Gambar 2. 4 Pipa Besi	14
Gambar 2. 5 Pipa <i>Galvanis</i>	14
Gambar 3. 1 Gambar perencanaan alat pengangkat <i>crane</i>	26
Gambar 4. 1 Alat <i>Crane</i>	32
Gambar 4. 2 Gambar ukuran rangka tampak depan	33
Gambar 4. 3 Gambar ukuran rangka tampak atas	34
Gambar 4. 4 Gambar ukuran rangka tampak samping	34
Gambar 4. 5 Spesifikasi <i>Winch Elektrik</i>	35
Gambar 4. 6 Perhitungan Momen	37
Gambar 4. 7 Gambar Kerja	41
Gambar 4. 8 Pemotongan besi	41
Gambar 4. 9 Pemotongan besi pipa	42
Gambar 4. 10 Pemotongan besi	42
Gambar 4. 11 Pengelasan pada rangka lengan	43
Gambar 4. 12 Pengelasan pada rangka kaki	43
Gambar 4. 13 Penyetelan tegak lurus dan pengelasan pada rangka batang	43
Gambar 4. 14 Assembly rangka lengan dan rangka batang	44
Gambar 4. 15 Pembuatan Mal bentuk untuk dudukan roda	44
Gambar 4. 16 Pemasangan batang dudukan mesin <i>winch elektrik</i>	44
Gambar 4. 17 Pengeboran pada dudukan mesin,roda, dan roda <i>pulley</i>	45
Gambar 4. 18 Pengelasan pada pegangan mesin <i>winch</i> , dudukan roda, dan pegangan roda katrol	45
Gambar 4. 19 Proses pengecatan dasar	45
Gambar 4. 20 Proses pengecatan warna inti	46
Gambar 4. 21 <i>Assembly</i> mesin <i>winch</i> ,roda, dan roda katrol	46

Gambar 4. 22 Alat pengangkat <i>crane</i>	46
Gambar 4. 23 Pengujian alat dengan beban 150 kg	47

DAFTAR LAMPIRAN

1. Spesifikasi mesin *winch elektrik wire hoist*.
2. Daftar lembar bimbingan.
3. Gambar teknik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bisnis menjual es kristal di Indonesia semakin meningkat. Semakin banyak para pelaku usaha yang menjual es kristal dengan berbagai ukuran, dapat menjadikan permintaan distribusi es kristal juga semakin meningkat. Es kristal merupakan bahan baku yang sangat penting dalam bisnis seperti usaha kuliner, warung, bar, pabrik, dan distributor karena dapat digunakan penyegar minuman dan pendinginan makanan contohnya ikan, daging, dan bahan makanan lainnya. Penggunaan es kristal di Indonesia yang memiliki iklim tropis merupakan kebutuhan yang sangat diperlukan. Es kristal merupakan alternative cara untuk melepaskan rasa haus dahaga, mendinginkan suatu minuman, dan juga dapat mendinginkan suhu tubuh. Es kristal merupakan es yang lebih putih, bening, dan tembus cahaya. Saat ini banyak penjual es kristal terkadang kewalahan. Jadi produksi es kristal harus ditingkatkan dengan pembuatan es kristal menggunakan system cetak. Menjaga ke higienisan es kristal sangat diperhatikan agar dapat menghasilkan es kristal yang berkualitas baik. Maka dari itu muncul ide untuk membuat mekanisme pengangkat es balok kristal dengan system *crane*.

Crane merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk mengangkat benda secara horizontal. Mesin ini dilengkapi dengan seling baja atau rantai yang digerakkan dengan banyak katrol atau puli sehingga memberikan keuntungan mekanis melebihi yang bisa dilakukan manusia. Biasanya alat berat satu ini digunakan untuk memindahkan suatu barang dalam jumlah yang banyak dan berat. Alat satu ini memiliki bentuk yang panjang dan kemampuan mengangkat sangat kuat. Biasanya alat ini sering sekali digunakan dalam pekerjaan proyek, perbengkelan, industri, pelabuhan, pergudangan dan masih banyak lainnya. Salah satu contoh jenis jenis *crane* adalah engine crane. *Engine Crane* adalah alat bantu pengangkat mesin (*engine*) dan system transmisi dari mobil yang akan di perbaiki dan sekaligus untuk memasangnya kembali setelah dilakukan perbaikan. *Engine*

crane ini termasuk dalam jenis *mobile/portable crane* karena mudah dipindahkan atau digeser. Konsep dasar kerja *engine crane* ini dapat digunakan sebagai contoh untuk pembuatan mekanisme alat pengangkat es balok kristal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat ditarik rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan system mekanisme alat pengangkat ?
2. Apa saja bahan dan komponen yang diperlukan dalam perakitan system mekanisme alat pengangkat ?
3. Bagaimana system uji coba pada pengujian system mekanisme alat pengangkat ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan proposal skripsi penulis membahas mengenai tentang pembuatan mekanisme mesin pengangkat es balok kristal. Berdasarkan rumusan masalah diatas maka batasan masalah diuraikan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan mekanisme mesin pengangkat.
2. Bahan dan komponen yang diperlukan dalam perakitan system mekanisme alat pengangkat.
3. Uji coba pengujian system mekanisme alat pengangkat.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan penulis dari penyusunan proposal skripsi yang bertemakan Pembuatan Mekanisme Pengangkat Es Balok Kristal. Dalam pembuatan proposal skripsi ini terdapat dua tujuan, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus.

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari pembuatan proposal skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu – ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktek.
3. Mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah.

1.4.2 Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus dari pembuatan proposal skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu membuat mekanisme mesin pengangkat es balok kristal.
2. Mampu menentukan komponen yang diperlukan dalam perakitan mekanisme pengangkat.
3. Mampu melakukan uji coba pengujian mekanisme mesin pengangkat es balok kristal.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil Pembuatan Mekanisme Pengangkat Es Balok Kristal ini sangat diharapkan dapat berguna bagi penulis, instansi pendidikan khususnya di Politeknik Negeri Bali, dan juga bagi masyarakat umum.

3.5.1 Bagi Penulis

Hasil pembuatan ini sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu – ilmu yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek. Selain itu merupakan syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai bahan Pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang pembuatan alat mekanisme di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.5.3 Bagi Masyarakat

Adapun manfaat dari system mekanisme pengangkat es balok kristal ini untuk membantu memudahkan industry atau pabrik es pada saat pasca produksi untuk memindahkannya ke tempat yang harus diletakan.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun alat pengangkat *crane* adalah sebagai berikut:

1. Ukuran alat pengangkat, panjang rangka kaki 175 cm, lebar rangka kaki bagian belakang 54,5 cm dan pada bagian depan 74 cm, tinggi 210 cm, dan panjang lengan 155,5 cm.
2. Mesin *Winch electric* dapat bekerja dengan baik.
3. Alat pengangkat mampu mengangkat beban berat sebesar 150 kg dan pada saat proses pengujian alat, pada saat mengangkat beban, besi rangka bagian bawah terjadi sedikit pelengkungan.

5.2 SARAN

Adapun saran-saran yang penulis berikan pada alat pengangkat *crane* ini antara lain:

1. Pada saat melakukan pengerjaan pembuatan alat, periksa alat dan bahan yang akan digunakan serta pahami gambar kerja dan prosedur kerja.
2. Ketika menjalankan mesin *winch elektrik* perhatikan posisi pengait apakah sudah terpasang dengan baik dan benar, guna untuk memperlancar proses pengangkatan benda atau barang.
3. Karena terjadi sedikit pelengkungan pada besi rangka bagian kaki *crane* maka, perlu ditambahkan alat bantu *support* dimana, yang berguna untuk membantu menahan rangka kaki agar tidak terjadi patah.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi. (2021, July 22). *Las Listrik : Pengertian, Jenis, Fungsi Dan Cara Kerjanya*. Pengelasan.net. Retrieved February 21, 2023, dari <https://www.pengelasan.net/las-listrik/>
- Aditya, I. (2018, February 28). *Jenis Winch*. GridOto.com. Retrieved February 21, 2023, dari <https://jip.gridoto.com/amp/read/261237762/jenis-winch>
- Budiman 2.I. *Crane - Unimar Amni*. (n.d.). Retrieved February 21, 2023, from <http://repository.stimart-amni.ac.id/1572/2/BAB%20II.pdf>
- Bachrudin 2.1 *Pengertian Engine Crane*. (n.d.). Retrieved February 21, 2023, from <http://eprints.polsri.ac.id/8682/3/file%203.pdf>
- Budiman. (2023, February 2). *Klasifikasi Baja Karbon (carbon steel)*. Logam Ceper. Retrieved February 21, 2023, dari <https://logamceper.com/klasifikasi-baja-karbon-carbon-steel/>
- Ghani on, M. I., & Matematika, M. P. &. (2022, October 28). *Cara Menghitung Rumus Massa Jenis, Contoh Soal Dan Pembahasan*. Zenius Blog - Tempatmu Menjelajahi Dunia Ilmu Pengetahuan. <https://www.zenius.net/blog/rumus-massa-jenis>
- Jordan, Y. (2021, September 2). *Mengenal Pipa Galvanis, Kegunaan, ukuran & harganya*. Japdesain. Retrieved March 13, 2023, from <https://japdesain.com/blog/pipa-galvanis/>
- Jaya, indra. (2018, May 24). *Sling baja. Jenis Wire Rope*. Retrieved February 21, 2023, dari <https://seoasmarines.com/2018/05/24/sling-baja/>
- Marimutu. 2012. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Mevia, F. M. A. (2021, December 9). *Apa Itu Crane? Pengertian, jenis-jenis Dan Fungsinya*. wira. Retrieved February 21, 2023, dari <https://wira.co.id/pengertian-dan-jenis-crane/>
- Mulyadi, T. (2023, January 10). *Pengertian, Ciri, Dan Sifat aluminium*. budisma.net. Retrieved February 21, 2023, dari <https://budisma.net/kimia/pengertian-ciri-dan-sifat-aluminium.html>

- Qothrunnada, K. (n.d.). *Cara Menghitung Volume Balok, Lengkap Dengan Rumus Dan Contoh soal*. detikedu. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5794185/cara-menghitung-volume-balok-lengkap-dengan-rumus-dan-contoh-soal/1>
- Rahman, A. (2023, March 11). *Besi Hollow: Mengenal Jenis, ukuran Dan Fungsinya*. SMS Perkasa Blog. Retrieved March 13, 2023, from <https://www.smsperkasa.com/blog/apa-itu-besi-hollow>
- Riadi, O. M. (n.d.). *Pengertian, Unsur, Jenis Dan Pembentukan Baja*. KajianPustaka.com. Retrieved February 21, 2023, dari <https://www.kajianpustaka.com/2019/12/pengertian-unsur-jenis-dan-pembentukan-baja.html>
- Singer. 2015. *Dasar Perancangan & Pemilihan Elemen Mesin*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Yudha. (2019, July 30). *Jenis mesin las Dan Fungsi mesin las*. Blog Tehniq.com. Retrieved February 21, 2023, from <https://blog.tehniq.com/jenis-mesin-las-dan-fungsi-mesin-las/>
- Yanti, A. (n.d.). *Rumus Tegangan Dan Cara Menggunakannya*. fisika.co.id. Retrieved February 21, 2023, dari <https://www.fisika.co.id/2020/10/tegangan.html>