

Digitalisasi mesin uji puntir

Digitalization of the torsion testing machine

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Meico Tidar Karawangsa

NPM: 193030071



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN**

BANDUNG

2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Meico Tidar Karawangsa

Nomor Pokok Mahasiswa : 193030071

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil *plagiarism*.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerimahukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 27 April 2026

Penulis,



Meico Tidar K

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Meico Tidar Karawangsa

NPM : 193030071

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Digitalisasi mesin uji puntir”

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta,

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 27 April 2026

Penulis,



Meico Tidar K

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Digitalisasi mesin uji puntir



Nama: Meico Tidar K

NPM: 193030071

Pembimbing Utama

Dr. Ir. H. Rachmad Hartono, M.T.

Pembimbing Pendamping

Mohammad Reza Hermawan, S.T, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI


Digitalisasi mesin uji puntir





Nama: Meico Tidar Karawangsa

NPM: 193030071

Tanggal sidang skripsi: 23 Desember 2025

Ketua : Dr. Ir. H. Rachmad Hartono, M.T. 

Sekretaris : Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T. 

Anggota : Dr. Ir. Bambang Ariantara, M.T. 

Anggota : Dr. Ir. Widiyanti Kwintarini, M.T.

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya. Tidak lupa shalawat serta salam juga tercurahkan kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW. Dengan penuh syukur, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini yang berjudul: **“Digitalisasi mesin uji puntir”**. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pasundan. Penulis Menyadari bahwa terdapat banyak hambatan yang penulis hadapi dalam penelitian ini, namun berkat dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, hambatan-hambatan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada: Allah SWT, dengan rahmat, petunjuk dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini, Orang tua tercinta, Mama Ai karwati atas kasih sayang, doa dan kesabaran yang tak terbatas, untuk pelajaran dan didikan yang diberikan selama ini, motivasi, nasihat, dukungan mental dan materil, serta perjuangan yang tidak pernah lelah demi memberikan pendidikan yang terbaik kepada penulis, Dr. Ir. H. Rachmad Hartono, M.T. selaku pembimbing I, penulis berterima kasih atas kesabaran pembimbing dalam membimbing penulis, memberi masukan, arahan, serta ilmu yang sangat berharga dan bermanfaat bagi penulis, Mohammad Reza Hermawan, S.T, M.T. selaku pembimbing II. Penulis berterima kasih atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan masukan, arahan, serta ilmu yang sangat berharga dan bermanfaat bagi penulis, Seluruh karyawan Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan bantuan terkait informasi akademik, kepada Nabilla Sarra Siregar sebagai istri yang selalu selalu memberikan dukungan semangat, motivasi, dan doa yang tulus kepada penulis, dan Kepada keluarga Lab Peotro yang selalu bersedia untuk berdiskusi dan berkolaborasi sehingga memberikan wawasan baru dan pemahaman yang lebih dalam tentang topik penelitian ini.

Penulis mengucapkan permohonan maaf atas kesalahan dan kekurangan dalam penelitian ini. Semoga pembaca memberikan kritik dan saran yang konstruktif agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penelitian ini dapat berkembang dan bermanfaat bagi ilmu pengetahuan kedepannya.

Bandung, 27 April 2026



Meico Tidar K

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar belakang.....	1
2. Rumusan masalah.....	1
3. Tujuan	2
4. Manfaat	2
5. Lingkup masalah.....	2
6. Sistematika penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR	4
1. Kajian pustaka.....	4
2. Mesin uji puntir.....	6
3. Sifat-sifat mekanik yang diperoleh pada pengujian puntir	7
4. Arduino	9

5. Modul relay arduino	10
6. Relay MY4N	10
7. Modul HX711	11
8. Sensor proximity	12
9. Microsoft visual basic 6.0.....	13
BAB III METODOLOGI	18
1. Tahapan penelitian	18
2. Tempat penelitian	19
3. Rancangan sistem kendali mesin uji puntir	20
4. Program sistem kendali	21
A. Arduino IDE	22
B. Visual basic.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
1. Kalibrasi loadcell.....	23
2. Pengujian uji puntir modifikasi alat menggambar grafik mesin uji puntir	24
3. Hasil pengujian modifikasi alat ukur uji puntir	25
A. Hasil pengujian modifikasi alat menggambar grafik digital mesin uji puntir	25
B. Hasil pengujian mesin uji puntir pembanding	30
C. Analitik dari pengujian kekerasan <i>rockwell</i>	36
4. Analisa hasil pengujian	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
1. Kesimpulan	40
2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	44
1. Program Utama Arduino IDE (Loadcell)	44
2. Program Utama Arduino IDE (Proximity)	45

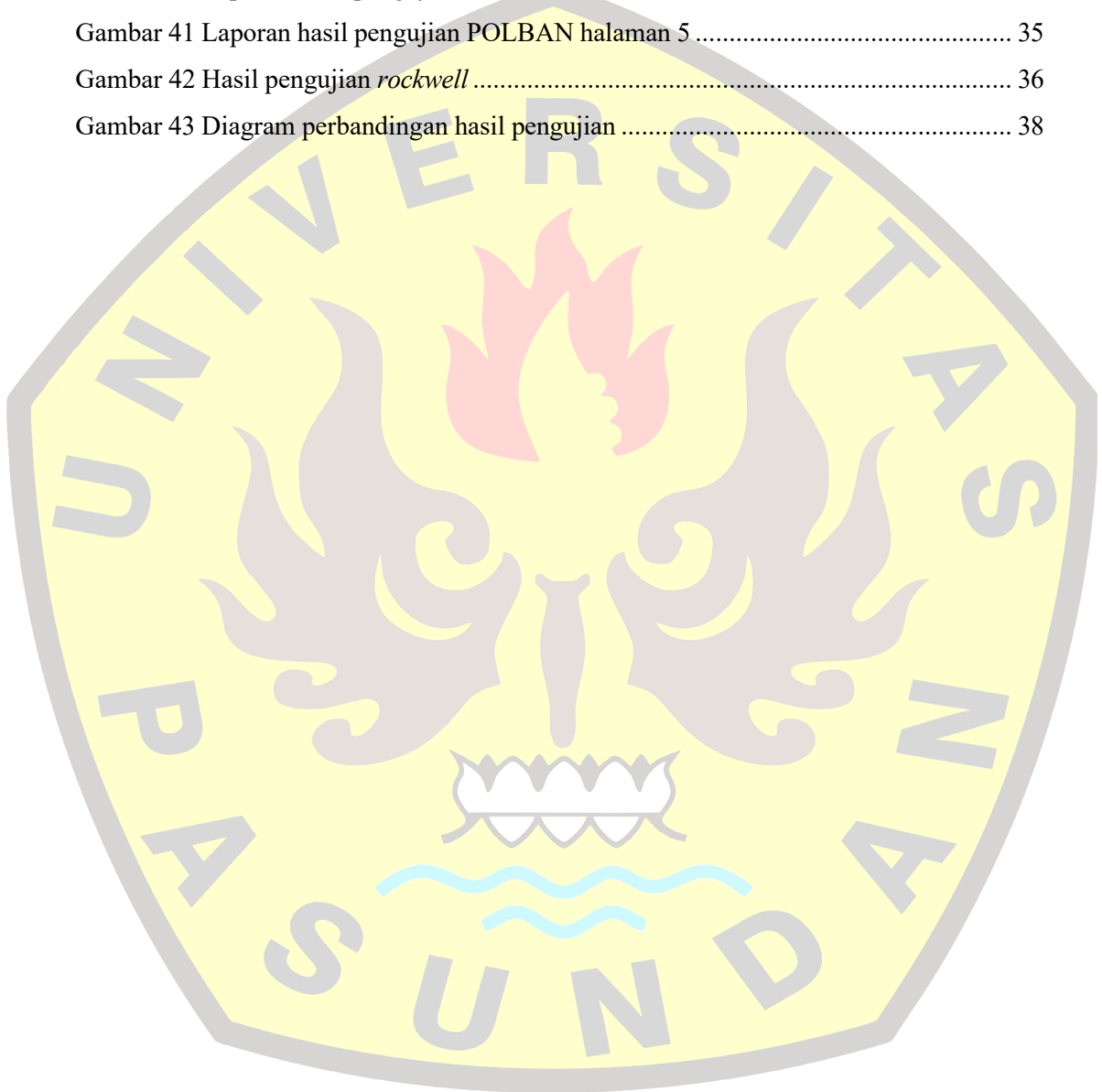
3.	Program Utama Arduino IDE (Intruksi Proximity).....	46
4.	Program Utama Visual Basic menyimpan jadi file txt.....	47
5.	Program Utama Visual Basic menyimpan jadi file excel	50
6.	Foto foto kegiatan dan hasil uji puntir.....	55



DAFTAR GAMBAR

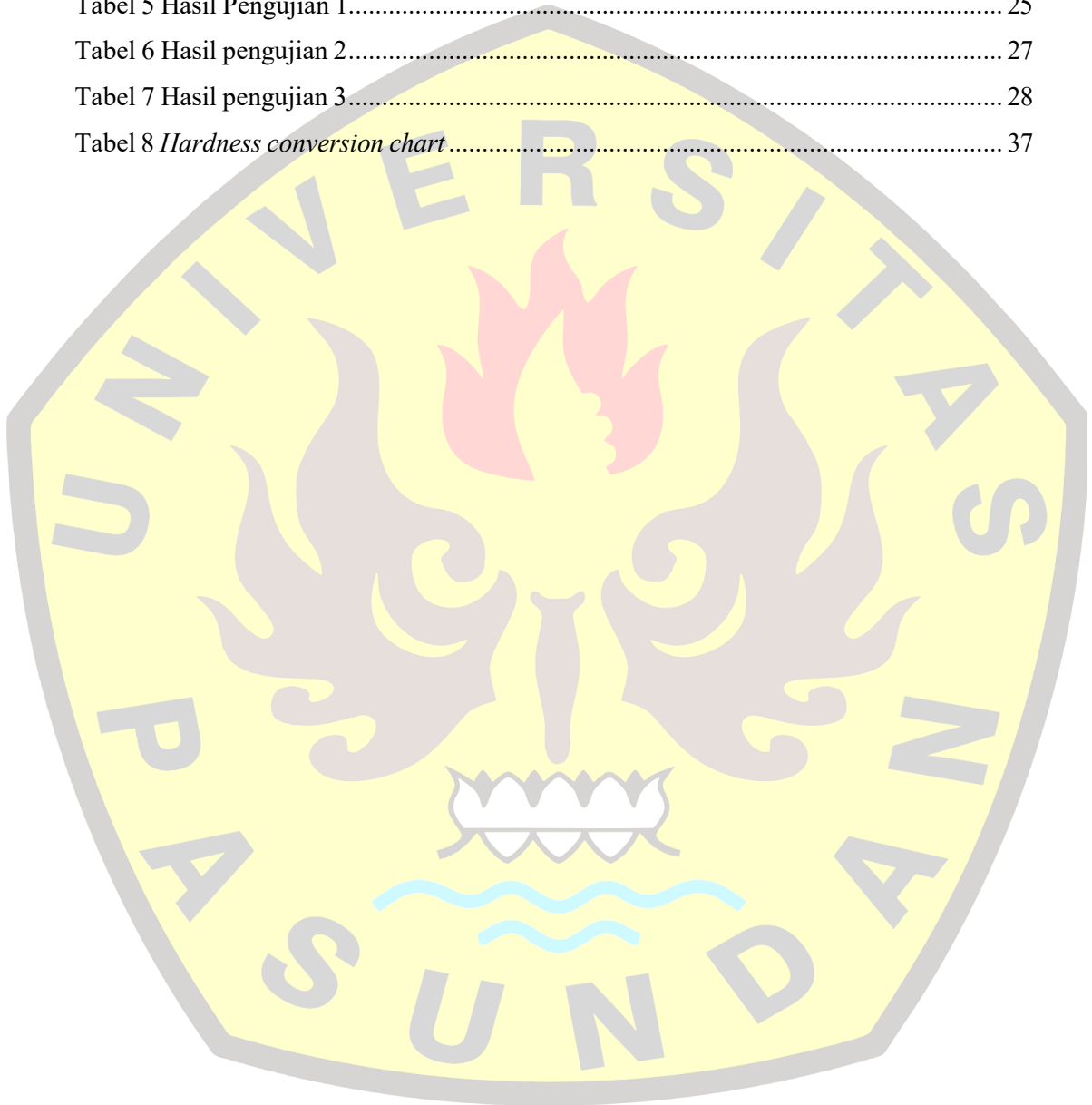
Gambar 1 Alat uji puntir penelitian wahyu dony xurniawan [12]	4
Gambar 2 Alat uji <i>rotary</i> penelitian khoiril umam [1].....	5
Gambar 3 Alat uji <i>rotary</i> penelitian febri dwi kristanto [11].....	5
Gambar 4 Skema pengujian puntir dengan spesimen uji silinder pejal [3].....	6
Gambar 5 Grafik hubungan antara momen puntir dan sudut puntir [3].....	7
Gambar 6 Grafik modulus elastisitas geser [4].....	7
Gambar 7 Grafik modulus <i>rupture</i> (MOR) [4]	8
Gambar 8 Grafik kekuatan luluh puntir (<i>torsional yield strenght</i>) [8].....	9
Gambar 9 Board arduino uno [9].....	9
Gambar 10 Modul relay arduino [16].....	10
Gambar 11 Relay MY4N [17].....	11
Gambar 12 Modul HX711 [15]	12
Gambar 13 Sensor proximity [14].....	12
Gambar 14 Tampilan awal visual basic 6.0 [10].....	13
Gambar 15 Antarmuka untuk komunikasi serial [10].....	14
Gambar 16 Hubungan antara obyek dan properti obyek [10].....	14
Gambar 17 Lembar kerja code [10].....	15
Gambar 18 Fungsi form_load() yang telah diedit [10].....	15
Gambar 19 Beberapa fungsi milik obyek form [10].....	15
Gambar 20 Lembar kerja code yang memuat fungsi form_unload() [10]	16
Gambar 21 Fungsi form_unload() yang telah diedit [10]	16
Gambar 22 Lembar kerja code yang memuat fungsi command1_click() [10]	17
Gambar 23 Fungsi command1_click() yang telah dimodifikasi [10]	17
Gambar 24 Diagram tahapan penelitian	18
Gambar 25 Lokasi penelitian 1.....	19
Gambar 26 Lokasi penelitian 2.....	20
Gambar 27 Lokasi penelitian 3.....	20
Gambar 28 Instalasi mesin uji puntir.....	21
Gambar 29 Grafik pengujian kalibrasi loadcell.....	23
Gambar 30 Spesimen batang uji puntir [26].....	24
Gambar 31 Hasil grafik pengujian 1.....	26
Gambar 32 Spesimen pengujian 1 mesin uji puntir modifikasi	26
Gambar 33 Hasil grafik pengujian 2.....	27

Gambar 34 Spesimen pengujian 2 mesin uji puntir yang dimodifikasi	28
Gambar 35 Hasil grafik pengujian 3.....	29
Gambar 36 Spesimen pengujian 3 mesin uji puntir yang dimodifikasi	29
Gambar 37 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 1	31
Gambar 38 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 2	32
Gambar 39 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 3	33
Gambar 40 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 4	34
Gambar 41 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 5	35
Gambar 42 Hasil pengujian <i>rockwell</i>	36
Gambar 43 Diagram perbandingan hasil pengujian	38



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi HX711 [15].....	11
Tabel 2 Pin HX711 [15].....	12
Tabel 3 Properti obyek mscomm yang harus diatur	14
Tabel 4 Pengukuran dan kalibrasi loadcell	23
Tabel 5 Hasil Pengujian 1.....	25
Tabel 6 Hasil pengujian 2.....	27
Tabel 7 Hasil pengujian 3.....	28
Tabel 8 <i>Hardness conversion chart</i>	37



ABSTRAK

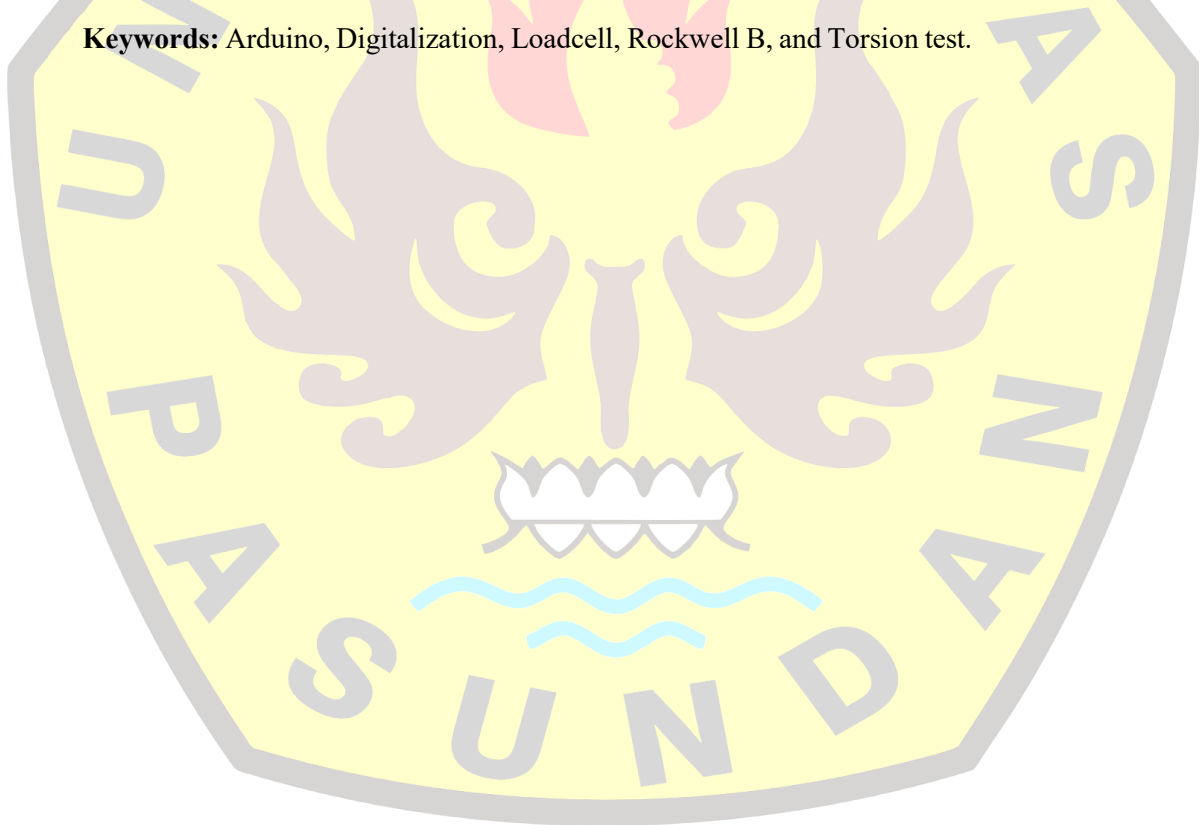
Uji puntir merupakan salah satu metode pengujian mekanik yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik material terhadap beban puntir, seperti modulus elastisitas geser, kekuatan luluh puntir, dan modulus rupture. Namun, mesin uji puntir konvensional masih memiliki keterbatasan pada sistem pembacaan dan pencatatan data yang bersifat manual, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pembacaan dan kesulitan dalam analisis data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan digitalisasi mesin uji puntir agar mampu mengukur dan mencatat gaya puntir serta sudut puntir secara otomatis dan real-time. Digitalisasi dilakukan dengan memanfaatkan mikrokontroler arduino uno yang dikombinasikan dengan sensor loadcell tipe S, modul HX711 sebagai penguat sinyal, sensor proximity untuk mendeteksi sudut putar, serta perangkat lunak microsoft visual basic 6.0 sebagai sistem akuisisi dan penyimpanan data. Sistem yang dirancang mampu menampilkan data pengujian dalam bentuk grafik hubungan antara momen puntir dan sudut puntir, serta menyimpan data secara digital dalam format file. Pengujian dilakukan menggunakan spesimen baja karbon rendah dengan tiga kali pengulangan. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan mesin uji puntir pembanding yang telah tersertifikasi, serta dianalisis menggunakan pendekatan hasil uji kekerasan Rockwell B sebesar 620,5 MPa. Hasil pengujian menunjukkan konsistensi, dengan nilai perbandingan dari Polban sebesar 24% yang mendekati hasil perhitungan analitik uji kekerasan sebesar 32%. Dengan demikian, digitalisasi mesin uji puntir ini terbukti mampu meningkatkan keakuratan, efisiensi, serta kemudahan dalam proses pengujian material di laboratorium.

Kata kunci: Arduino, Digitalisasi, Loadcell, Rockwell B, dan Uji puntir.

ABSTRACT

Torsion testing is one of the mechanical testing methods used to determine the mechanical properties of materials under torsional loads, such as shear modulus of elasticity, torsional yield strength, and modulus of rupture. However, conventional torsion testing machines still have limitations in manual data reading and recording systems, potentially causing reading errors and difficulties in data analysis. Therefore, this study aims to digitize the torsion testing machine so that it can measure and record torsion forces and torsion angles automatically and in real-time. Digitalization is carried out by utilizing an Arduino Uno microcontroller combined with an S-type load cell sensor, an HX711 module as a signal amplifier, a proximity sensor to detect the rotation angle, and Microsoft Visual Basic 6.0 software as a data acquisition and storage system. The designed system is able to display test data in the form of a graph of the relationship between torsion moment and torsion angle, and store data digitally in file format. Tests were carried out using low carbon steel specimens with three repetitions. The test results were then compared with a certified comparison torsion testing machine, and analyzed using the Rockwell B hardness test result approach of 620.5 MPa. The test results showed consistency, with Polban's comparative value of 24%, which is close to the analytical hardness test result of 32%. Thus, the digitization of this torsion testing machine has been proven to improve the accuracy, efficiency, and ease of material testing in the laboratory.

Keywords: Arduino, Digitalization, Loadcell, Rockwell B, and Torsion test.



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Sifat atau karakteristik material, seperti sifat mekanik (kekuatan, keuletan, ketangguhan, elastisitas, dan kekerasan), dapat diketahui melalui pengujian mekanik. Salah satu pengujian mekanik yang penting adalah uji puntir. Uji puntir bertujuan untuk melakukan analisis dalam berbagai aplikasi teknik.

Pada dasarnya, uji puntir dilakukan untuk mendapatkan kurva tegangan geser dan regangan geser. Selain itu, uji puntir juga dapat memberikan informasi penting mengenai modulus elastisitas geser, kekuatan luluh puntir, dan modulus pemuluran (*rupture*) material logam.

Laboratorium Material Teknik Universitas Pasundan memiliki mesin uji puntir konvensional yang memiliki kekurangan pada sistem pembacaan dan pencatatan hasil pengujian. Sistem pembacaan dan pencatatan hasil pengujian saat ini masih memanfaatkan sistem mekanik. Mesin uji puntir saat ini memiliki kekurangan pada keakuratan disebabkan adanya gesekan pada benda yang diuji. Permasalahan yang sering terjadi pada saat dilakukannya pengujian puntir adalah pengolahan data menjadi kurva tegangan-regangan geser membutuhkan usaha yang tidak sedikit. Jika spesimen yang digunakan adalah batang padat, maka akan timbul gradient tegangan yang cukup curam sepanjang penampang lintang spesimen sehingga mempersulit pengukuran. Pengembangan mesin uji puntir menjadi digital dapat mengatasi kekurangan pembacaan dan pencatatan hasil pengujian.

Mesin uji puntir digital tidak hanya menghasilkan data yang akurat secara *real-time*, tetapi juga memberikan gambaran aktual kepada pengguna tentang hubungan antara nilai yang dihasilkan mesin dan spesimen yang diuji. Hal ini memungkinkan terciptanya kurva tegangan geser dan regangan geser yang akurat tanpa rekayasa dalam pengujian.

Penelitian ini fokus pada akuisisi data mesin uji puntir menggunakan program Arduino dan Microsoft Visual Basic 6.0 sebagai pencatat data. Komponen-komponen seperti *loadcell type S*, *weighing indicator*, kabel USB, dan lain-lain ditambahkan sebagai perangkat pembacaan mesin uji puntir.

2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana cara mengukur dan mencatat gaya puntir dan pertambahan

putaran (sudut) pada mesin uji puntir secara otomatis.

3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya, tujuan penelitian yang akan dilaksanakan adalah membuat sistem akuisisi data untuk mengukur dan mencatat gaya puntir maupun penambahan putaran/sudut pada mesin uji puntir secara otomatis.

4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi penulis, maupun bagi pembaca. Bagi penulis skripsi ini dapat dijadikan sebagai sarana untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama menempuh studi khususnya dalam digitalisasi mesin uji puntir. Bagi pembaca penelitian ini dapat menjadi sumber informasi dan tambahan pustaka bagi peneliti lain atau pengajar lain tentang digitalisasi mesin uji puntir.

5. Lingkup masalah

Agar pembahasan penelitian ini lebih fokus, diperlukan lingkup masalah. Lingkup masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi:

- a. Cara mengukur, putaran ataupun torsi secara otomatis pada mesin uji puntir, dan
- b. Penyimpanan data hasil analisis pengujian pada excel.

6. Sistematika penulisan

Skripsi ini disusun bab demi bab yang terdiri dari lima bab. Beberapa bab yang dibahas pada skripsi ini adalah pendahuluan, studi literatur, metodologi, pengujian dan analisa hasil pengujian, kesimpulan dan saran, daftar pustaka, serta lampiran.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, lingkup masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini berisi materi yang diambil dari buku teks atau jurnal. Materi dapat berupa gambar ataupun teori-teori yang berkaitan dan menjadi dasar yang akan dibahas sebagai referensi.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisi tentang tahapan penelitian, tempat penelitian, rancangan sistem kendali mesin uji puntir, dan program sistem kendali.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL PENGUJIAN

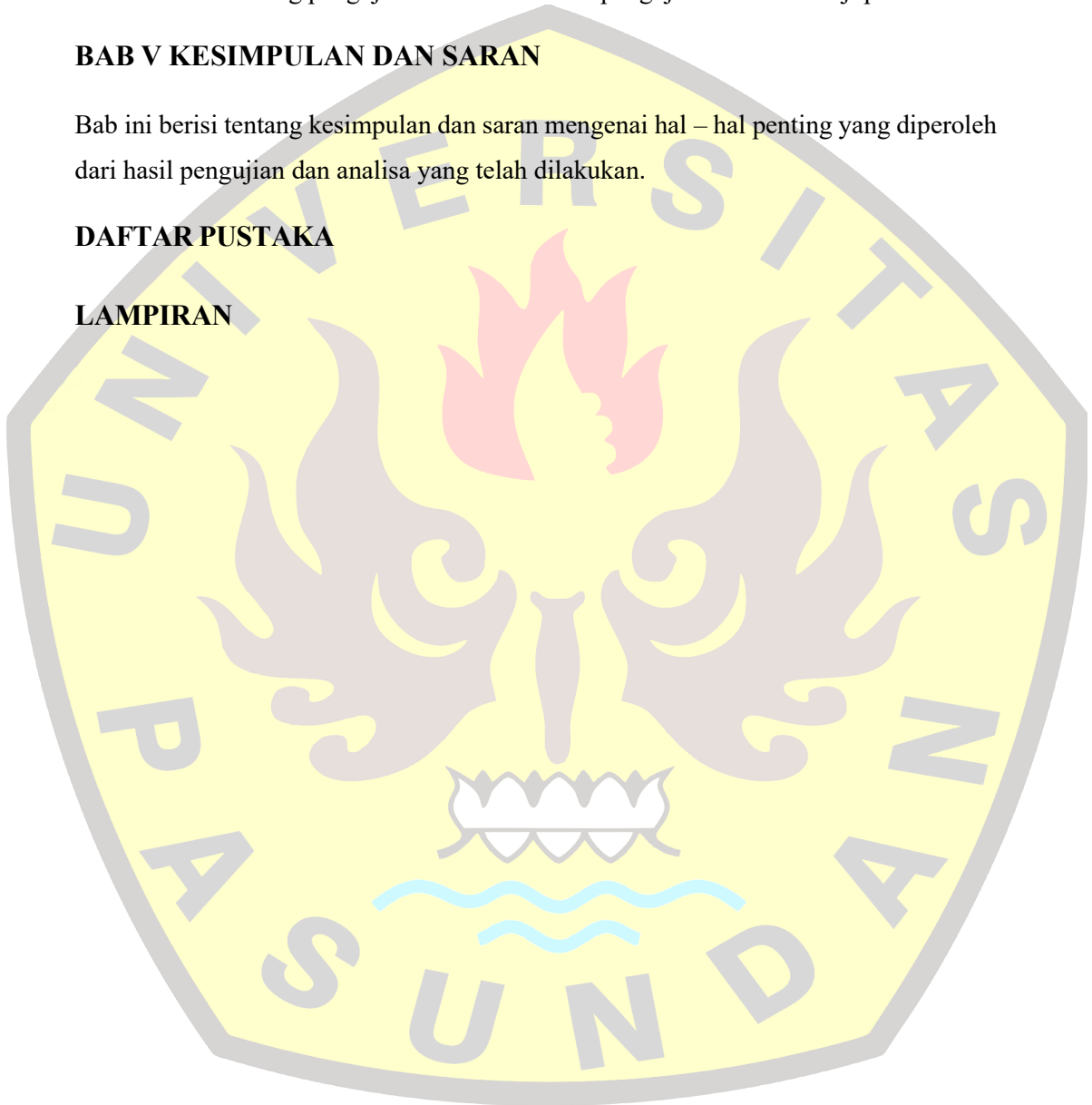
Bab ini berisi tentang pengujian dan analisa hasil pengujian dari mesin uji puntir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran mengenai hal – hal penting yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II STUDI LITERATUR

1. Kajian pustaka

Penelitian ini didasari penelitian terdahulu, baik dari jenis penelitian maupun teori yang digunakan pada penelitian dan pedoman ini. Beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi meliputi penelitian wahyu dony xurniawan (2023), penelitian khoiril umam (2020), penelitian febri dwi kristanto (2020), dan penelitian heru suryanto (2007).

A. Penelitian wahyu dony xurniawan (2023)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Wahyu Dony Xurniawan (2023) berjudul “Redesain alat uji puntir menggunakan motor ac dengan torsi maksimum 50 Nm dan uji coba menggunakan kuningan”. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan fungsi alat uji puntir dengan menambahkan sensor proximity ataupun loadcell sehingga memudahkan teknisi dalam memprediksi kapan terjadi nya patahan logam ataupun grafik *Yield Streght* menjadi lebih akurat dengan percobaan menggunakan spesimen kuningan [12]. Alat uji puntir penelitian 1 dapat dilihat pada gambar 1.

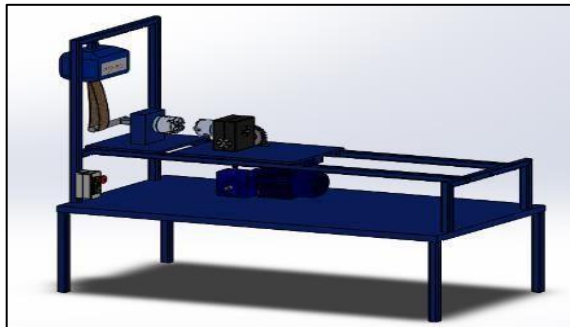


Gambar 1 Alat uji puntir penelitian wahyu dony xurniawan [12]

B. Penelitian khoiril umam (2020)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Khoiril Umam (2020) berjudul “Uji puntir pada baja ST-41 dengan menggunakan alat uji *rotary*”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan puntir baja ST-41 dengan menggunakan alat uji rotary. Penelitian ini juga mempelajari pengaruh takik terhadap kekuatan puntir baja ST-41 dan mengembangkan alat uji rotary rancangan sendiri. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat

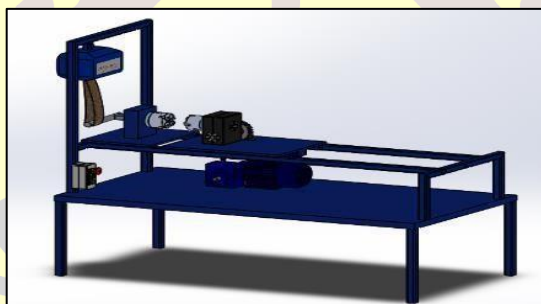
bagi para insinyur, desainer, dan industri kecil dan menengah [1]. Alat uji puntir penelitian 2 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Alat uji *rotary* penelitian khoirul umam [1]

C. Penelitian febri dwi kristanto (2020)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Febri Dwi Kristanto (2020) berjudul “Rancangan bangun alat uji kekuatan puntir materi tipe rotary”. Penelitian ini bertujuan merancang alat uji kekuatan puntir material tipe rotary. Jenis penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental. Objek penelitian ini adalah hasil rancangan alat uji kekuatan puntir tipe rotary. Hasil dari penelitian yang didapatkan oleh peneliti terkait perancangan alat uji kekuatan puntir tipe rotary yaitu pembuatan desain alat uji dengan menggunakan aplikasi solidwork, dan dilanjutkan dengan pembuatan alat uji yang dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pengukuran berat material, penggabungan rangka alat uji, perhitungan struktur rangka, dan perhitungan torsi motor [11]. Alat uji puntir penelitian 3 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Alat uji *rotary* penelitian febri dwi kristanto [11]

D. Penelitian heru suryanto (2007)

Penelitian terdahulu yang dilakukan Heru Suryanto (2007) berjudul “Pengembangan alat uji puntiran sebagai media belajar untuk pokok bahasan puntiran dalam matakuliah mekanika teknik”. Penelitian ini bertujuan untuk untuk membantu proses pembelajaran

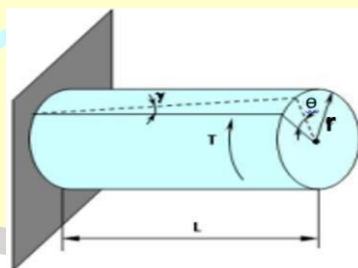
puntiran melalui prosedur eksperimental dalam menentukan kaidah-kaidah dalam materi puntiran dan sebagai upaya rintisan pengadaan sarana pengujian fenomena dasar mesin. Hasil yang diperoleh pada kegiatan ini berupa media belajar alat uji puntiran. Alat uji puntiran memberikan hasil modulus geser yang lebih mendekati kondisi yang ada di referensi untuk logam aluminium sehingga lebih tepat bila digunakan untuk logam yang lunak [13].

2. Mesin uji puntir

Mesin uji puntir merupakan salah satu alat uji material yang termasuk dalam kategori pengujian merusak (*destructive test*). Prinsip kerja mesin uji puntir adalah suatu material dipuntir dengan kecepatan tertentu, pada saat pemuntiran momen puntir dan sudut puntir diukur serta dicatat. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk menentukan sifat kekuatan puntir suatu material setelah menerima pembebanan puntir [1], [2]. Pengujian puntir pada material teknik bertujuan untuk menentukan karakteristik-karakteristik seperti modulus geser, kekuatan luluh puntir, ataupun *modulus of rupture*.

Metode pengujian ini lazim digunakan untuk mengevaluasi material getas. Deformasi yang terjadi pada spesimen diukur berdasarkan pergeseran sudut puntir pada suatu titik di dekat ujung spesimen, dibandingkan dengan titik lain pada elemen memanjang yang sama pada arah berlawanan [5].

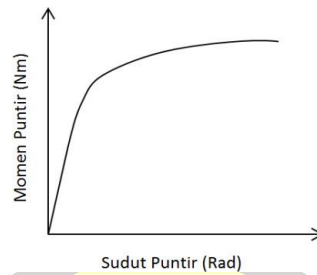
Uji puntir memberikan informasi penting tentang modulus elastisitas geser, kekuatan luluh puntir, maupun modulus pemuluran. Benda uji umumnya berbentuk silinder karena kemudahan perhitungan tegangan. Uji puntir dilakukan dengan cara menjepit satu ujung benda uji pada chuck, dan memberikan pembebanan di ujung lainnya [3]. Skema pengujian puntir dengan spesimen uji silinder pejal dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Skema pengujian puntir dengan spesimen uji silinder pejal [3]

Torsi diukur dengan alat pengukur torsi (*torsion gauge*). Deformasi diukur melalui perpindahan sudut (*angular displacement*) dari satu titik dekat ujung benda uji

dibandingkan dengan satu titik di ujung lainnya. Grafik hubungan antara momen puntir dan sudut puntir dapat dilihat pada gambar 5.



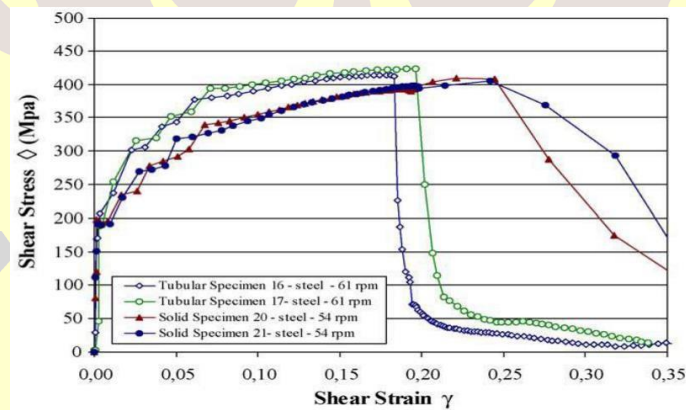
Gambar 5 Grafik hubungan antara momen puntir dan sudut puntir [3]

3. Sifat-sifat mekanik yang diperoleh pada pengujian puntir

Beberapa sifat mekanik yang diperoleh pada pengujian puntir adalah modulus elastisitas geser, modulus *rupture*, dan kekuatan luluh puntir.

- **Modulus elastisitas geser**

Modulus elastisitas geser merupakan ukuran kemampuan material untuk kembali ke bentuk semula setelah mengalami perubahan bentuk akibat gaya eksternal. Nilai ini merupakan konstanta material yang menghubungkan tegangan (*stress*) dengan regangan (*strain*) dalam batas elastis [4]. Modulus elastisitas geser dihitung dengan menggunakan rumus. Grafik modulus elastisitas geser dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Grafik modulus elastisitas geser [4]

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{T \cdot L}{J \cdot \theta} \quad (1)$$

Keterangan:

G = Modulus Elastisitas (MPa)

τ = Tegangan Geser (Mpa)

γ = Regangan Geser

T = Momen Torsi (Nm)

L = Panjang Spesimen (m)

J = Momen inersia penampang lintang (m⁴)

θ = Sudut Puntir (derajat)

- **Modulus *rupture* (MOR)**

Modulus *rupture* (MOR) merupakan ukuran kekuatan lentur suatu material. Istilah lain untuk MOR adalah kekuatan bending atau kekuatan patah melintang. MOR dihitung berdasarkan tegangan geser maksimum yang terjadi pada material saat material mengalami patah akibat beban puntir maksimum [4]. Modulus *rupture* dapat dianalisis melalui grafik modulus *rupture* dan dapat dihitung menggunakan rumus persamaan 2. Grafik Modulus *rupture* (MOR) dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Grafik modulus *rupture* (MOR) [4]

$$\tau_u = \frac{3 \cdot M_{max}}{2 \cdot \pi \cdot a^3} \quad (2)$$

Keterangan:

τ_u = Modulus Rupture (Mpa)

M = Momen Torsi Maximum (Nm)

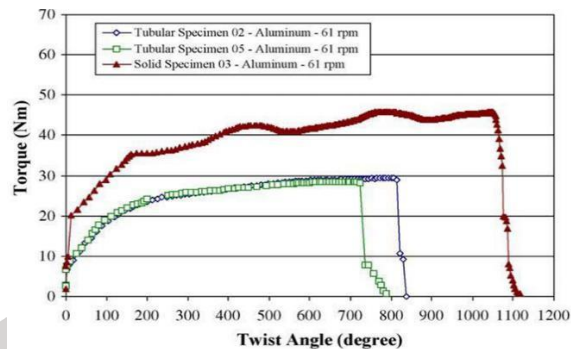
a = Jari- Jari Penampang Spesimen (m)

- **Kekuatan luluh puntir (*Torsional Yield Streght*)**

Kekuatan luluh puntir adalah batas tegangan geser maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum mengalami deformasi plastis akibat beban puntir. Deformasi plastis ini merupakan perubahan bentuk permanen yang tidak dapat kembali ke bentuk semula.

Kekuatan luluh puntir dapat diukur dengan metode yang mirip dengan penentuan kekuatan luluh uji tarik, yaitu metode offset. Dalam metode ini, kurva momen puntir terhadap sudut puntir dianalisis, dan nilai momen puntir yang menghasilkan sudut puntir

offset 0.004 radian digunakan untuk menghitung kekuatan luluh puntir [8]. Grafik Kekuatan luluh puntir (*Torsional Yield Streght*) dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Grafik kekuatan luluh puntir (*torsional yield streght*) [8]

4. Arduino

Arduino didefinisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open-source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan. *Platform* ini terdiri dari papan mikrokontroler *single-board* dan perangkat lunak yang berbasis *wiring*. Arduino dirancang untuk menyederhanakan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang [9]. Papan Arduino adalah jenis kontroler dengan jumlah pemakai yang sangat banyak, sehingga tersedia pustaka kode pemrograman (*code library*) maupun modul pendukung (*hardware support modules*) dalam jumlah yang sangat banyak. Hal tersebut dapat memudahkan para pemula untuk mengenal dunia kontroler [9]. Arduino dapat digunakan oleh seniman, desainer, dan setiap orang yang tertarik dalam membuat sebuah objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino merupakan sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open-source* pada *board input-ouput* sederhana. Salah satu Arduino yang banyak digunakan adalah Arduino Uno. Arduino Uno adalah salah satu varian dari papan pengembangan kontroler Arduino [9]. *Board* Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Board arduino uno [9]

5. Modul relay arduino

Modul relay arduino dapat digunakan sebagai saklar untuk mengendalikan ON / OFF berbagai peralatan elektronik. Kendali ON / OFF *switch* (relay), ditentukan dari nilai output sensor yang digunakan, setelah selesai diproses mikrokontroler akan memberikan instruksi kepada relay agar melakukan perintah ON / OFF [16].

Modul relay arduino adalah komponen elektronik berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya, ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka [16].

Modul relay arduino digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 A/AC 220V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A/12 volt DC). Modul relay arduino adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka disekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis [16]. Modul relay arduino dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Modul relay arduino [16]

6. Relay MY4N

Relay MY4N adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay MY4N memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan. Terdapat sebuah besi yang akan tertarik menuju arus yang mengalir melewati kumparan. Armatur (Penghasil daya) ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur (Penghasil daya) tertarik menuju ini, kontak

jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka [17].

Relay MY4N dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem power supplynya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet relay terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. Bagian utama relay elektro mekanik adalah kumparan elektromagnet saklar atau *kontaktor Swing Armatur Spring* (Pegas) [17]. Relay MY4N dapat dilihat pada gambar 11.



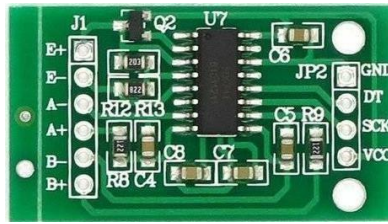
Gambar 11 Relay MY4N [17]

7. Modul HX711

Modul amplifier HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “*Avia Semiconductor*”, HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang digunakan untuk sensor timbangan digital dalam aplikasi kontrol industri yang terkoneksi dengan sensor loadcell. Modul ini melakukan komunikasi dengan komputer / mikrokontroler melalui TTL232. Modul ini memiliki struktur yang sederhana, mudah digunakan, hasil yang stabil, reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat [15]. Spesifikasi HX711 dapat dilihat pada tabel 1. Pin HX711 dapat dilihat pada tabel 2. Modul HX711 dapat dilihat pada gambar 12.

Tabel 1 Spesifikasi HX711 [15]

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan input diferensial	$\pm 40\text{mV}$
Akurasi data	24 bit (chip konverter A / D 24)
Frekuensi	80 Hz
Tegangan Pengoperasian	5V DC
Operasi saat ini	$<10 \text{ mA}$
Ukuran	38mm * 21mm * 10mm



Gambar 12 Modul HX711 [15]

Tabel 2 Pin HX711 [15]

Pin	Keterangan
E+	Ch. E Positive Input (analog input)
E-	Ch. E Negative Input (analog input)
A-	Ch. A Negative Input (analog input)
A+	Ch. A Positive Input (analog input)
B-	Ch. B Negative Input (analog input)
B+	Ch. B Positive Input (analog input)
GND	Dihubungkan ke ground
DT	Digital Output
SCK	Digital Input
VCC	Dihubungkan ke tegangan +5V

8. Sensor proximity

Sensor proximity adalah perangkat yang mendeteksi keberadaan atau kedekatan suatu objek tanpa kontak fisik. Sensor ini bekerja dengan memancarkan medan elektromagnetik atau sinar, seperti inframerah, dan mengukur perubahan atau gangguan pada medan tersebut yang disebabkan oleh objek yang mendekat. Proximity sensor banyak digunakan dalam berbagai perangkat elektronik dan aplikasi industri untuk mendeteksi objek dalam jarak tertentu [14].

Sensor proximity adalah sensor yang dapat mendeteksi ada atau tidaknya suatu benda. Benda yang dapat dideteksi adalah benda yang terbuat dari logam. Sensor proximity dipasang di depan baut dan mur dengan jarak maksimal 5 mm. Pada saat proses pengujian piringan berputar sehingga sensor proximity dapat mendeteksi baut dan mur setiap tuas pemutar berputar dengan sudut tertentu [14]. Sensor proximity dapat dilihat pada gambar 13.

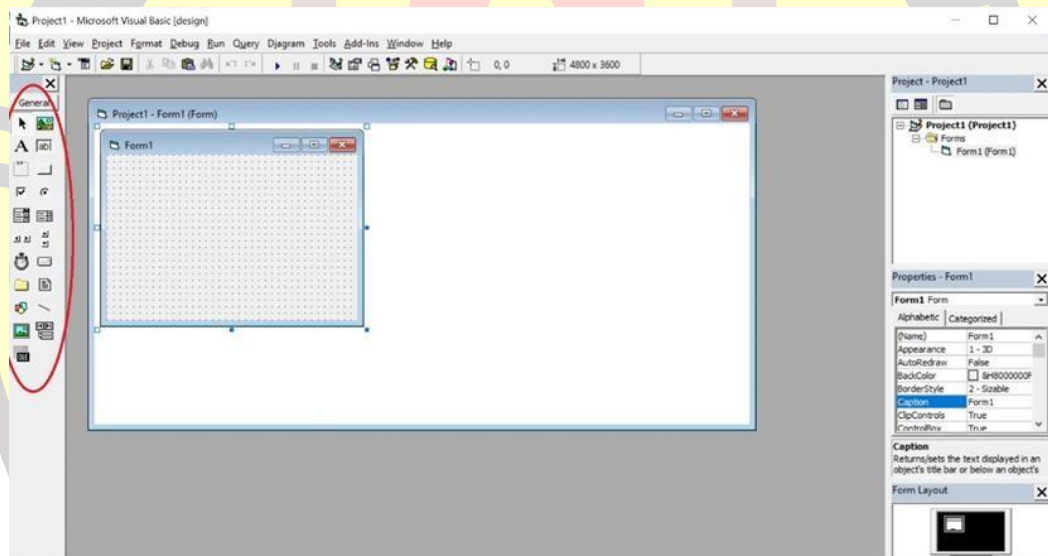


Gambar 13 Sensor proximity [14]

9. Microsoft visual basic 6.0

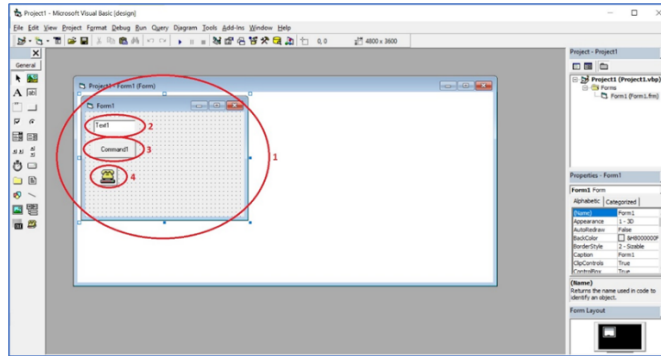
Visual Basic adalah salah satu dari bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman merupakan perintah yang dipahami komputer untuk melakukan tugas tertentu. Visual basic dapat digunakan untuk melakukan komunikasi komputer dengan perangkat keras di luar personal komputer melalui dua cara. Cara pertama yaitu komunikasi secara parallel dan cara yang kedua yaitu komunikasi secara serial. Komunikasi serial seringkali digunakan dari pada komunikasi secara paralel, karena jangkauan pengiriman data serial lebih jauh. Tampilan awal visual basic 6.0 dapat dilihat pada gambar 14. Pada gambar tersebut tampak tool box (dilingkupi oleh elips berwarna merah) yang memuat beberapa kelas standar. Tidak semua kelas yang ada di visual basic dicantumkan pada tool box tersebut [10].

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk pertukaran data di komputer yaitu bahasa pemrograman visual basic. Antarmuka (*interface*) untuk melakukan komunikasi serial dapat dilihat pada gambar 15 [10].



Gambar 14 Tampilan awal visual basic 6.0 [10]

Interface tersebut terdiri dari beberapa obyek yaitu obyek form (1), obyek text box (2), obyek command button (3), dan obyek mscomm (4). Obyek-obyek text box, command button, dan mscomm diletakkan di obyek form dengan cara mengambil obyek-obyek tersebut dari *tool box* general dengan cara *drag and drop*. Bila obyek yang akan ditambahkan belum terdapat di *tool box* general, maka obyek tersebut perlu ditambahkan terlebih dahulu ke dalam *tool box* [10].

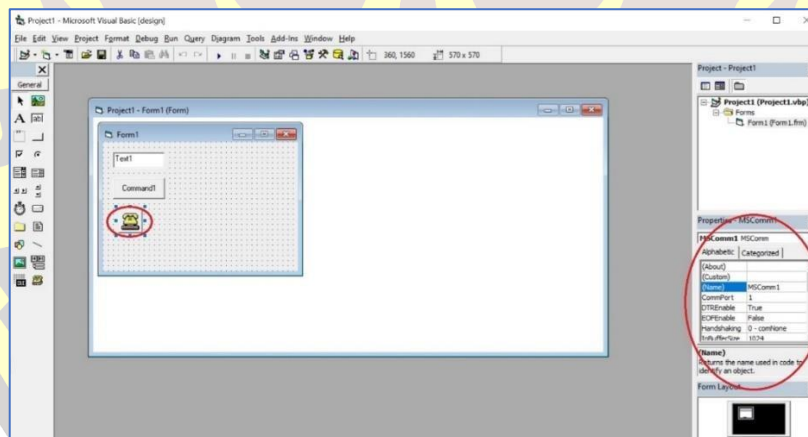


Gambar 15 Antarmuka untuk komunikasi serial [10]

Beberapa properti obyek mscomm perlu diatur. Beberapa properti obyek mscomm yang perlu diatur dapat dilihat pada tabel 3. Untuk melihat properti obyek mscomm dilakukan dengan cara menempatkan kursor pada obyek mscomm kemudian tombol mouse sebelah kiri di-klik. Setelah tombol tersebut di-klik, properti obyek mscomm tampil pada daftar di sebelah kanan bawah jendela yang aktif. Hubungan antara obyek dan properti obyek dapat dilihat pada gambar 16.

Tabel 3 Properti obyek mscomm yang harus diatur

Properti	Nilai
CommPort	Diisi sesuai dengan yang tercantum di device manger
RTreshold	1
STreshold	1

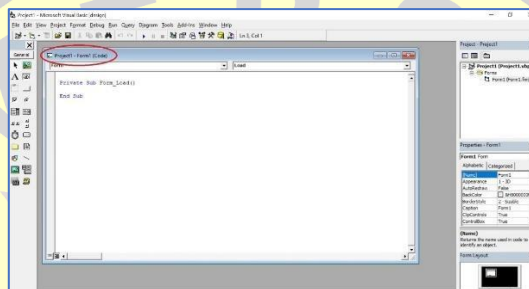


Gambar 16 Hubungan antara obyek dan properti obyek [10]

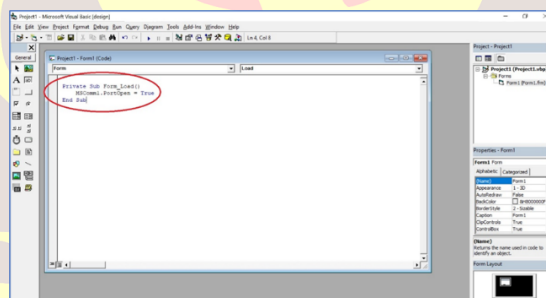
Setelah antarmuka komunikasi serial selesai dibuat dan beberapa properti obyek mscomm diatur, langkah selanjutnya adalah membuat kode program yang digunakan untuk merespon *event* yang terjadi saat program visual basic dijalankan. *Event* yang harus direspon yang pertama adalah *event* ketika program dijalankan. *Event* tersebut merupakan event ketika form dimuat dalam program [10].

Kursor diletakkan di atas form1, kemudian tombol sebelah kiri mouse di-klik dua kali. Setelah langkah ini dilakukan pada monitor akan tampak tampilan seperti pada gambar 17. Lembar kerja yang tampak sekarang adalah lembar kerja untuk pembuatan kode program (nama lembar kerja dapat dilihat pada bagian yang diberi tanda elips berwarna merah) [10].

Fungsi `form_load()` dieksekusi saat awal program dijalankan. Secara normal fungsi tersebut tidak berisi perintah apapun. Fungsi ini dapat dimanfaatkan untuk membuka jalur komunikasi serial [10]. Fungsi `form_load()` yang telah berisi perintah untuk membuka jalur komunikasi serial dapat dilihat pada gambar 18.

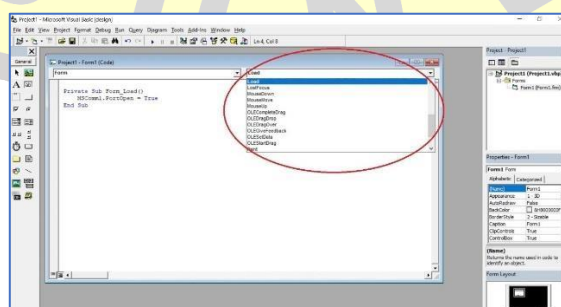


Gambar 17 Lembar kerja code [10]



Gambar 18 Fungsi `form_load()` yang telah diedit [10]

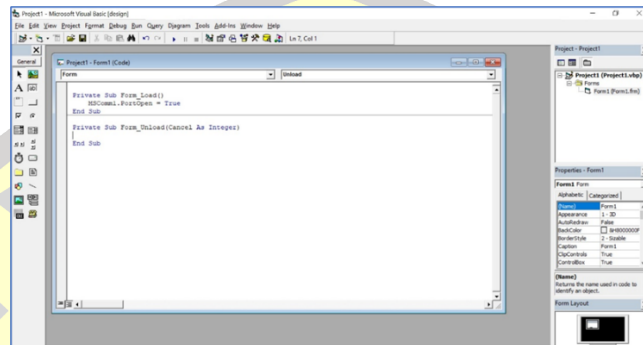
Event lain yang harus direspon adalah *event* ketika program ditutup atau ketika form ditutup (*unload*). Fungsi *unload* dicari dengan cara me-klik *combo box* yang berisi tulisan *load*. Setelah *combo box* ini di-klik, pada monitor akan tampak tampilan seperti pada gambar 19. *Combo box* tersebut berisi beberapa fungsi milik obyek Form [10].



Gambar 19 Beberapa fungsi milik obyek form [10]

Fungsi unload dicari dari daftar yang ada di *combo box*. Setelah fungsi tersebut ditemukan, tombol sebelah kiri *mouse* di-klik [10]. Setelah langkah ini dilakukan pada monitor akan tampak tampilan seperti pada gambar 20.

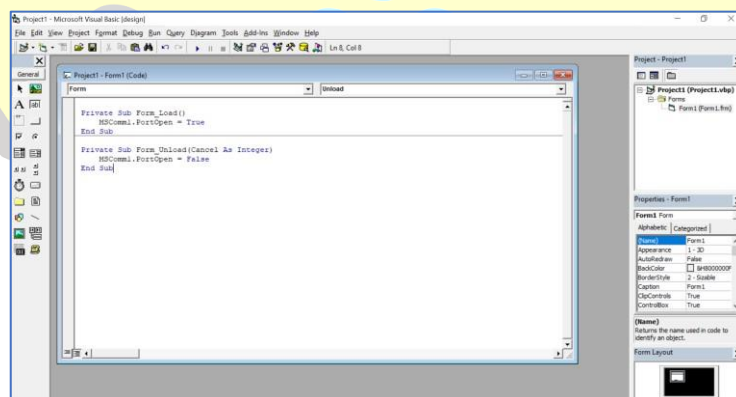
Fungsi unload dicari dari daftar yang ada di *combo box*. Setelah fungsi tersebut ditemukan, tombol sebelah kiri *mouse* di-klik [10]. Setelah langkah ini dilakukan pada monitor akan tampak tampilan seperti pada gambar 20.



Gambar 20 Lembar kerja code yang memuat fungsi form_unload() [10]

Fungsi form_unload() digunakan untuk menutup jalur komunikasi serial karena fungsi ini dieksekusi sesaat program akan ditutup. Oleh karenanya fungsi form_unload() harus sedikit diedit [10]. Fungsi form_unload() yang telah dilakukan pengeditan dapat dilihat pada gambar 21.

Event terakhir yang harus direspon adalah ketika tombol command1 di-klik. Untuk membuat fungsi yang akan merespon *event* tombol command1 di-klik perlu dilakukan beberapa langkah. Lembar kerja pembuatan kode diubah menjadi lembar kerja Form [10]. Kursor diletakkan pada obyek Form1 (di jendela sebelah kanan atas). Tombol mouse sebelah kiri di-klik dua kali. Setelah langkah ini dilakukan, pada monitor akan tampak tampilan seperti pada gambar 15.

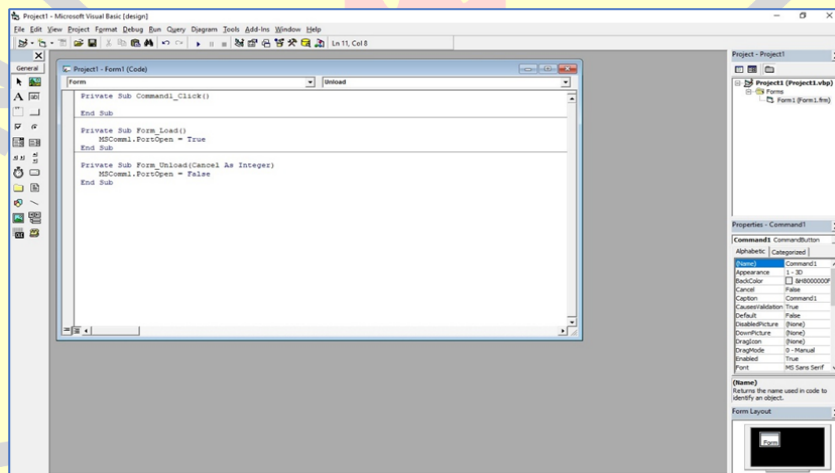


Gambar 21 Fungsi form_unload() yang telah diedit [10]

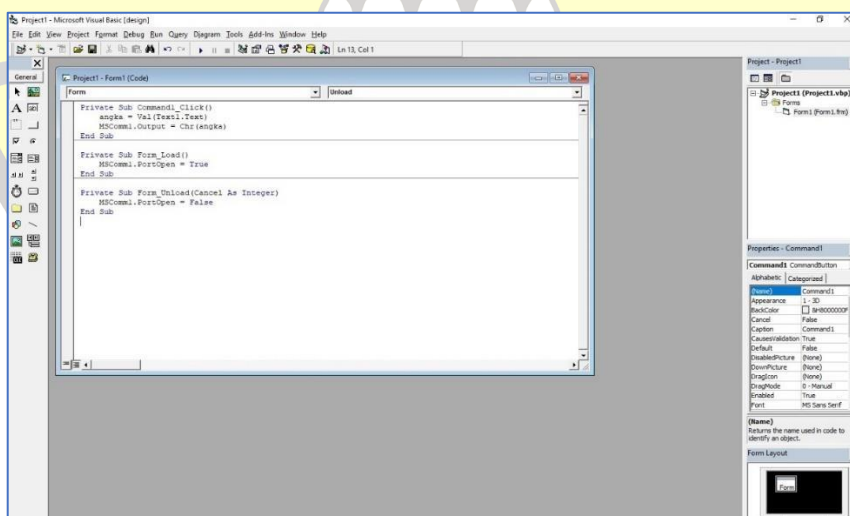
Kursor diletakkan di atas tombol `command1`. Tombol *mouse* sebelah kiri di-klik dua kali. Setelah langkah ini dilakukan, pada monitor akan tampak tampilan seperti pada gambar 22. Secara normal fungsi `command1_click()` tidak berisi perintah apapun. Fungsi tersebut dimanfaatkan untuk mengirimkan data berupa angka yang dituliskan di *text box* [10].

Fungsi `command1_click()` yang telah dimodifikasi dapat dilihat pada gambar 23. Pada baris pertama fungsi tersebut, *string* (serangkaian huruf) yang dituliskan di *text box* `text1` diubah menjadi bilangan bulat. Pada baris kedua, bilangan tersebut dikirim ke perangkat lain melalui komunikasi serial [10].

Setelah program untuk mengirimkan data menggunakan perangkat lunak visual basic selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah membuat program untuk menerima data di arduino [10].



Gambar 22 Lembar kerja code yang memuat fungsi `command1_click()` [10]

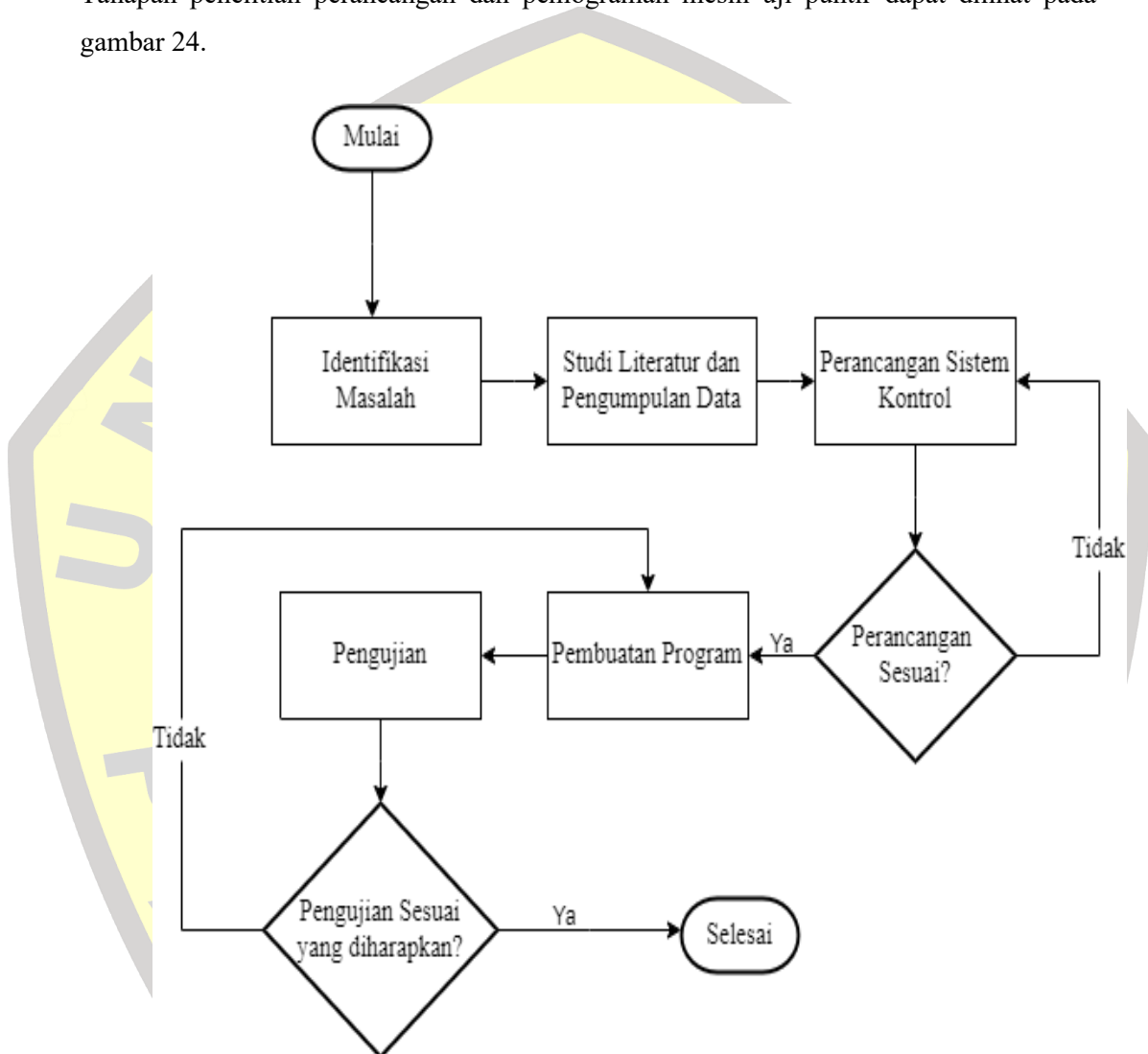


Gambar 23 Fungsi `command1_click()` yang telah dimodifikasi [10]

BAB III METODOLOGI

1. Tahapan penelitian

Agar penelitian ini lebih jelas dan terstruktur, diperlukan tahapan penelitian. Tahapan penelitian berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan selama proses penelitian. Tahapan penelitian perancangan dan pemograman mesin uji puntir dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 24 Diagram tahapan penelitian

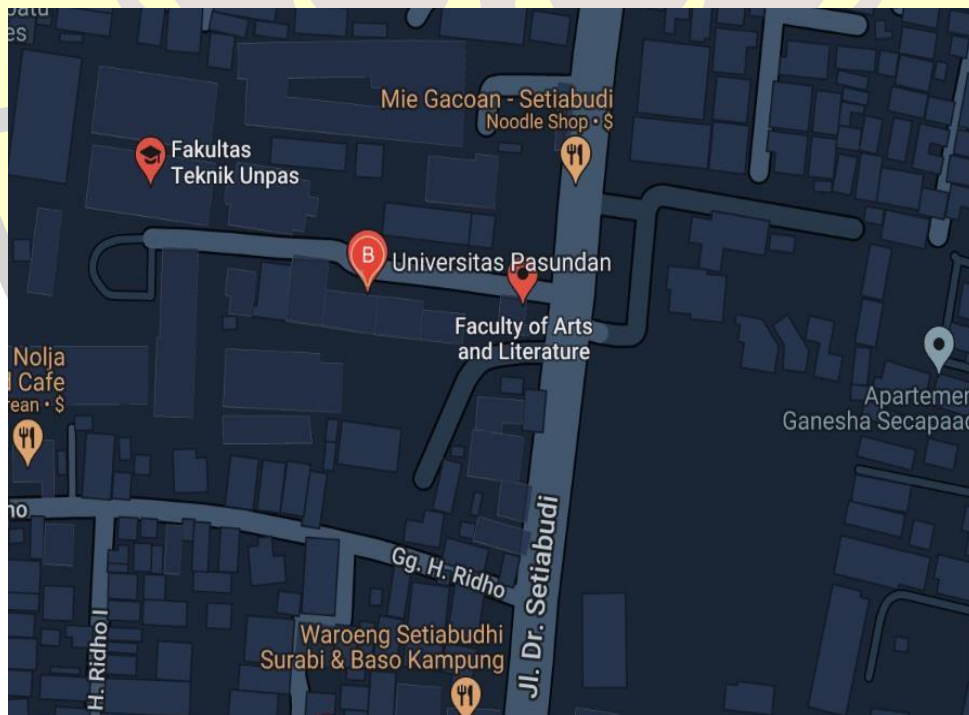
Tahapan penelitian yang digambarkan menggunakan diagram alir di atas, dijelaskan dalam poin-poin berikut:

- Identifikasi masalah merupakan sebuah proses mengidentifikasi permasalahan dari topik yang diangkat atau dijadikan tugas akhir penelitian;

- Studi literatur adalah proses pengumpulan dan pengkajian informasi dan teori yang relevan dengan topik penelitian; Informasi dan teori ini dapat diperoleh dari berbagai sumber;
- Perancangan sistem kontrol mesin uji puntir adalah proses pemilihan komponen yang akan digunakan serta membuat rancangan sistem kendali dalam sebuah gambar;
- Pembuatan program adalah proses menciptakan instruksi yang terstruktur dan logis untuk memerintahkan komputer melakukan suatu tugas atau menghasilkan keluaran yang diinginkan;
- Pengujian adalah proses memeriksa apakah program bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan;
- Setelah dilakukan pembuatan program; jika hasil tidak sesuai dengan yang diharapkan maka program perlu diperbaiki dan dilakukan pengujian ulang; namun jika hasil sudah sesuai dengan yang diharapkan; maka dilanjutkan dengan menganalisa data hasil pengujian.

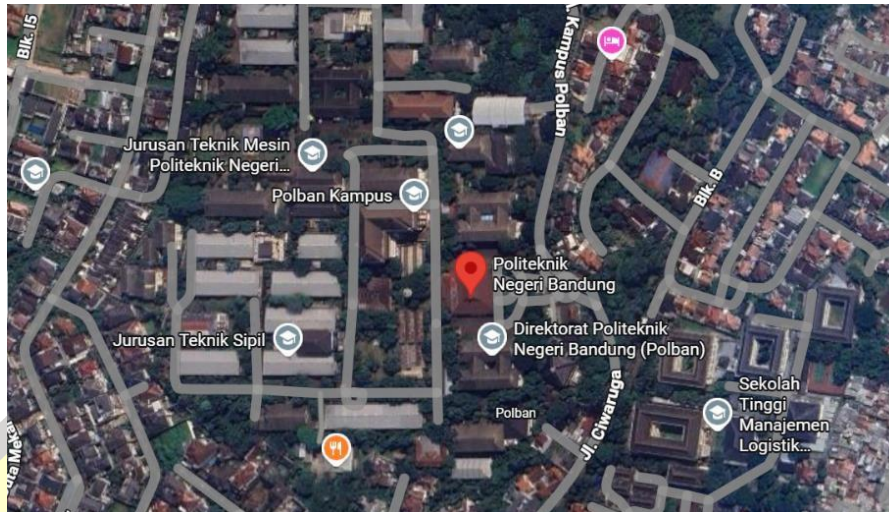
2. Tempat penelitian

A. Penelitian 1 ini dilaksanakan di Laboratorium Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jalan Dr. Setiabudi No. 193, Gegerkalong, Kecamatan Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40153.



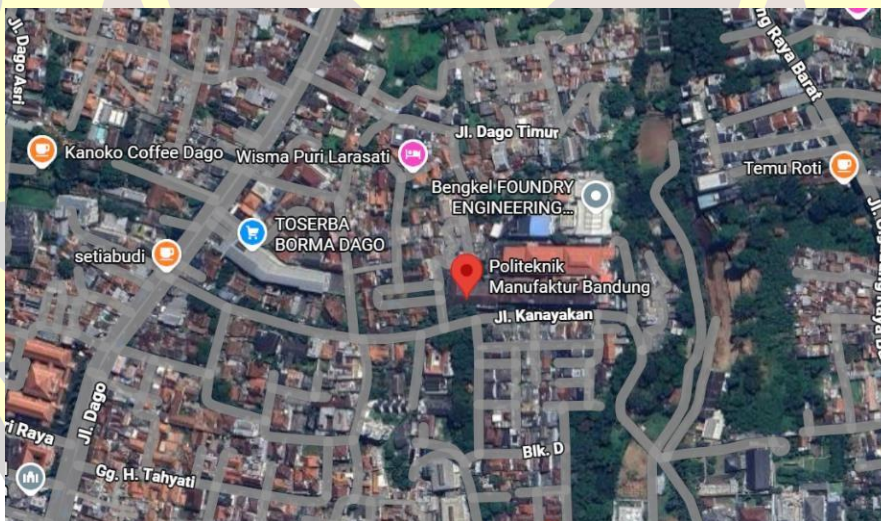
Gambar 25 Lokasi penelitian 1

B. Penelitian 2 ini dilaksanakan di Politeknik Negeri Bandung (Polban), Jalan Gegerkalong Hilir, Desa Ciwaruga, Kecamatan Parongpong, Kabupaten Bandung Barat.



Gambar 26 Lokasi penelitian 2

C. Penelitian 3 ini dilaksanakan di Politeknik Manufaktur Bandung (Polman), Jalan Kanayakan 21, Dago, Coblong, Bandung 40135, Jawa Barat, Indonesia.



Gambar 27 Lokasi penelitian 3

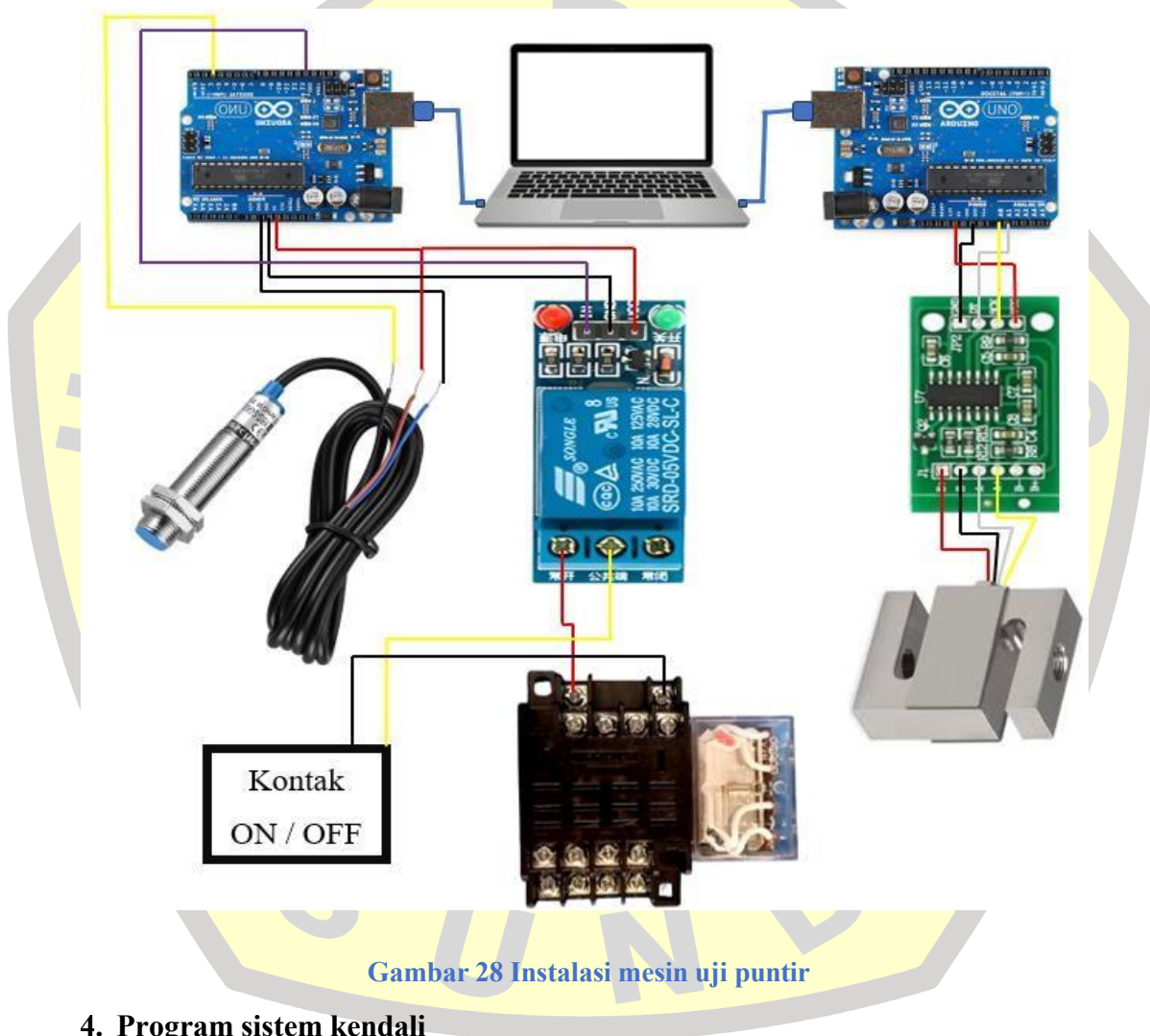
3. Rancangan sistem kendali mesin uji puntir

Komponen-komponen yang akan digunakan untuk membuat sistem kendali mesin uji puntir terdiri dari:

1. Satu buah laptop,
2. Satu buah HX711,

3. Dua buah Arduino Uno,
4. Satu buah Proximity sensor,
5. Satu buah *Loadcell type S*,
6. Satu buah modul relay arduino, dan
7. Satu buah relay MY4N 24VAC.

Rancangan sistem kendali mesin uji puntir digambarkan dalam bentuk instalasi. Instalasi mesin uji puntir dapat dilihat pada gambar 28.



4. Program sistem kendali

Program sistem kendali merupakan perintah-perintah yang dibuat untuk mengontrol atau mengendalikan suatu sistem. Pada umumnya program tersebut dibuat dalam Bahasa pemrograman C dan kemudian disimpan ke dalam mikrokontroler. Program sistem kendali mesin uji puntir menggunakan Arduino IDE dan Visual Basic 6.0.

A. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak atau *software* yang digunakan untuk memprogram *board* Arduino. IDE pada arduino merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment* yang berarti lingkungan terintegrasi untuk pengembangan. Lingkungan yang disebut adalah proses pemrograman pada *board* arduino melalui perangkat lunak arduino IDE untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Program Arduino IDE yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada lampiran.

B. Visual basic

Visual Basic adalah salah satu dari bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman merupakan perintah yang dipahami komputer untuk melakukan tugas tertentu. Visual Basic dapat digunakan untuk melakukan komunikasi komputer dengan perangkat keras di luar personal komputer melalui dua cara. Cara pertama yaitu komunikasi secara paralel dan cara yang kedua yaitu komunikasi secara serial. Komunikasi serial seringkali digunakan dari pada komunikasi secara paralel, karena jangkauan pengiriman data serial lebih jauh. Program visual basic 6.0 yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada lampiran.

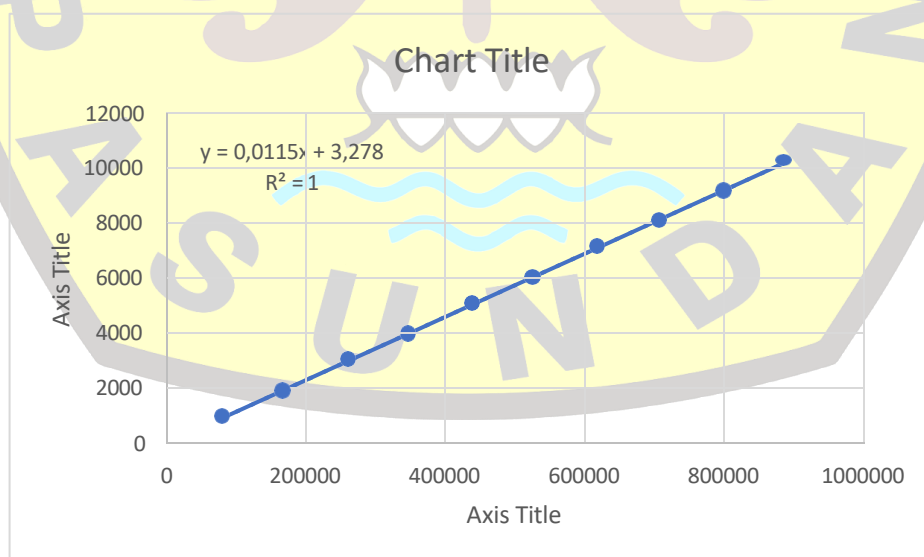
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kalibrasi loadcell

Kalibrasi *loadcell* adalah proses untuk memastikan bahwa *loadcell* (sensor beban) memberikan output yang akurat dan sesuai dengan beban sebenarnya yang diterimanya. Kalibrasi sangat penting karena memastikan bahwa pembacaan berat atau gaya yang diukur oleh load cell dapat dipercaya dan memenuhi standar yang diperlukan. Hasil pengukuran dan kalibrasi *loadcell* dapat dilihat pada tabel 4. Grafik pengujian kalibrasi Loadcell dapat dilihat pada gambar 29.

Tabel 4 Pengukuran dan kalibrasi loadcell

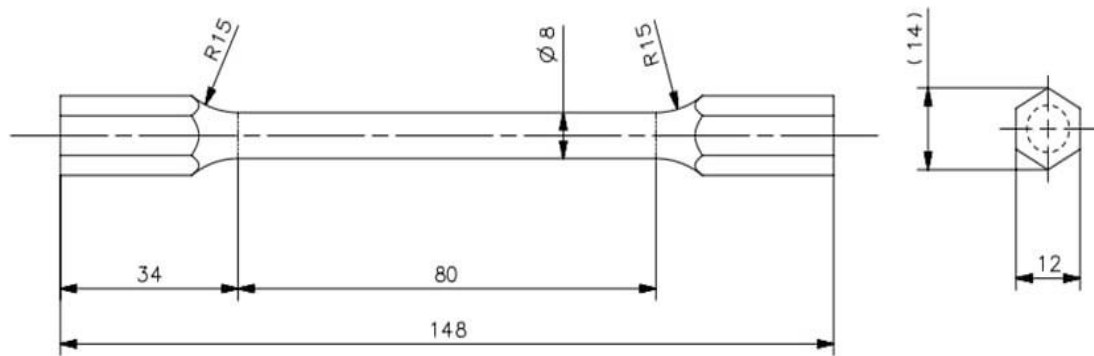
Sumbu Y (Beban Loadcell)	Sumbu X (Nilai yang ditampilkan di program)	Rata rata
902	78250	78250
1901	165250	165250
2975	259000	259000
3981	347000	347000
5021	437250	437250
6030	525250	525250
7078	617000	617000
8095	705250	705250
9163	798250	798250
10150	884250	884250



Gambar 29 Grafik pengujian kalibrasi *loadcell*

2. Pengujian uji puntir modifikasi alat menggambar grafik mesin uji puntir

Pengujian mesin uji puntir yang telah dimodifikasi alat menggambar alat grafik digital, diuji menggunakan material baja karbon rendah. material baja karbon rendah dibentuk menjadi spesimen batang uji berpenampang lingkaran yang berdiameter 8mm sesuai dengan standar pengujian ASTM. Spesimen batang uji puntir dapat dilihat pada gambar 30.



Gambar 30 Spesimen batang uji puntir [26]

Tujuan pengujian ini untuk menentukan hasil pengujian mesin uji puntir yang telah di modifikasi. Untuk menentukan tingkat ketepatan pada mesin uji puntir yang dimodifikasi, hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan mesin uji puntir yang sudah memiliki sertifikasi pada mesin uji puntir.

Pengujian ini mempertimbangkan sejumlah parameter yang berpengaruh pada hasil pengujian spesimen. Parameter-parameter tersebut meliputi momen puntir dan sudut puntir. Seluruh parameter tersebut dibandingkan dengan mesin uji puntir yang memiliki sertifikasi.

Proses pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengujian uji puntir mesin uji puntir yang dimodifikasi dengan mesin uji puntir yang memiliki sertifikasi. Sebelum proses pengujian dilaksanakan, terdapat beberapa tahap persiapan yang harus dilakukan. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan batang spesimen uji puntir menggunakan material baja karbon rendah;
- Memasang batang spesimen uji puntir pada chuck mesin uji puntir;
- Mengaktifkan mesin uji puntir yang telah dimodifikasi;
- Mengoperasikan mesin uji puntir untuk proses uji puntir;
- Mengamati serta mencatat hasil pengujian;
- Mengakhiri proses pengujian; dan
- Membandingkan hasil pengujian dengan mesin uji puntir yang memiliki sertifikasi.

Pengujian modifikasi alat ukur mesin uji puntir menggunakan 3 kali pengujian dengan jenis material yang sama. Hal ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengujian uji puntir yang lebih akurat.

3. Hasil pengujian modifikasi alat ukur uji puntir

Pengujian modifikasi alat menggambar grafik uji puntir dilakukan untuk mengetahui hasil pengujian uji puntir setelah dimodifikasi. Tujuan pengujian ini adalah untuk dibandingkan antar mesin uji puntir yang dimodifikasi dengan hasil pengujian mesin uji puntir pembanding yang berada di laboratorium Politeknik Negeri Bandung. Selain itu pengujian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi parameter pengujian spesimen, seperti momen puntir dan sudut puntir. Dengan demikian, dari hasil perbandingan dapat ditentukan apakah modifikasi mesin uji puntir ini berhasil atau tidak.

A. Hasil pengujian modifikasi alat menggambar grafik digital mesin uji puntir

Hasil pengujian uji puntir pada modifikasi alat menggambar grafik bertujuan untuk mengetahui hasil pengujian mesin uji puntir yang dimodifikasi. Grafik momen uji puntir dan sudut puntir dapat dilihat pada gambar 31, 33 dan gambar 35.

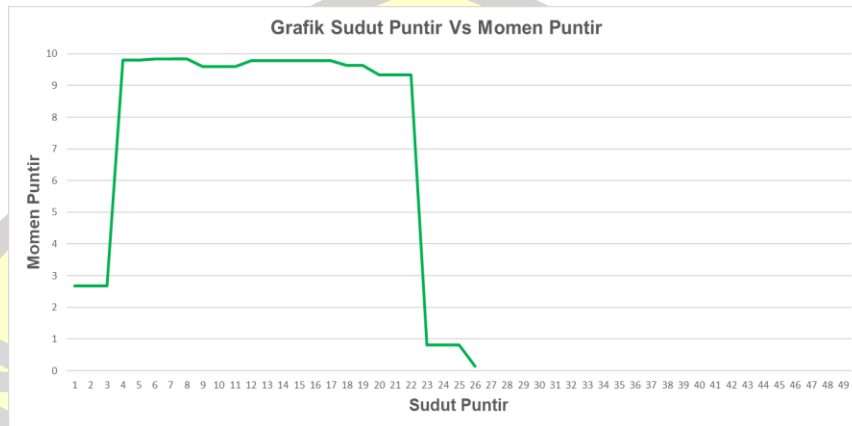
- Pengujian 1

Jenis material = Baja karbon rendah

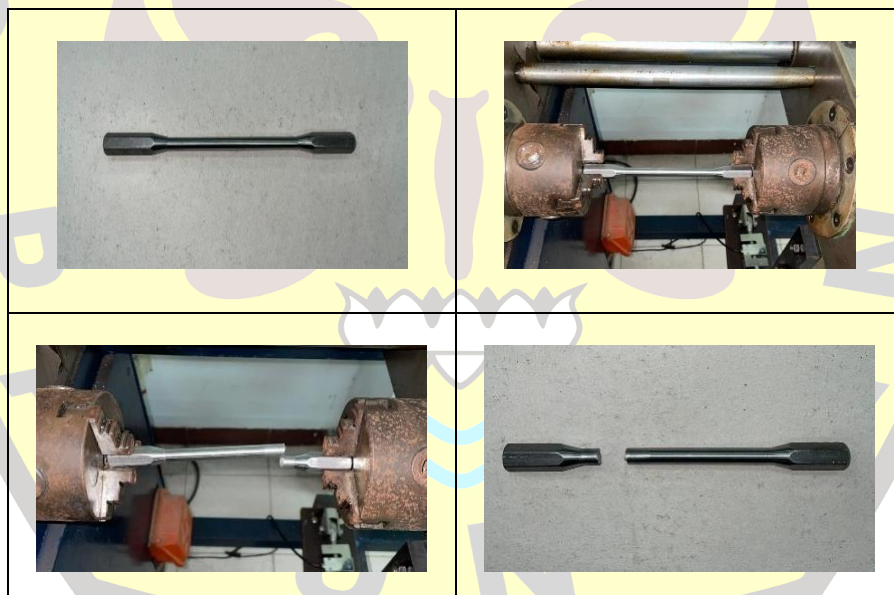
Tabel 5 Hasil Pengujian 1

Sudut	Torsi
1	2,68
2	2,68
3	2,68
4	9,809
5	9,809
6	9,839
7	9,839
8	9,839
9	9,589
10	9,589
11	9,589
12	9,773
13	9,773
14	9,773
15	9,773
16	9,773
17	9,773
18	9,625

Sudut	Torsi
19	9,625
20	9,331
21	9,331
22	9,331
23	0,814
24	0,814
25	0,814
26	0,144



Gambar 31 Hasil grafik pengujian 1



Gambar 32 Spesimen pengujian 1 mesin uji puntir modifikasi

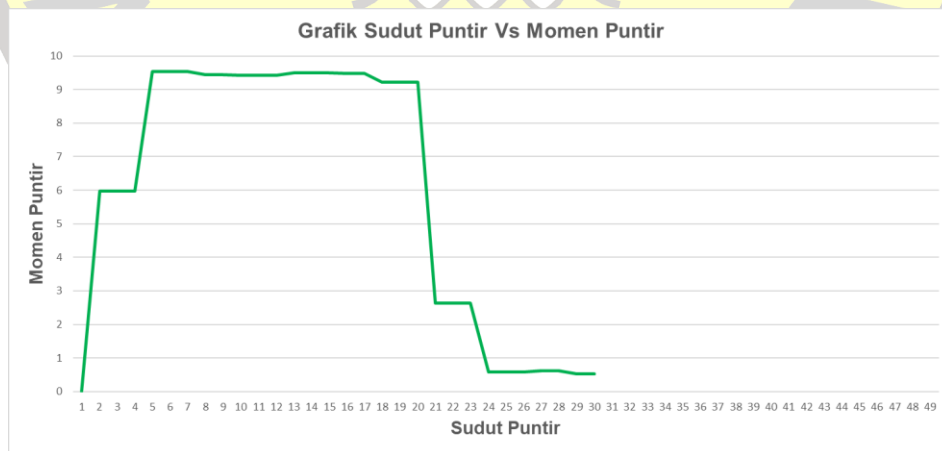
- Pengujian 2

Jenis material

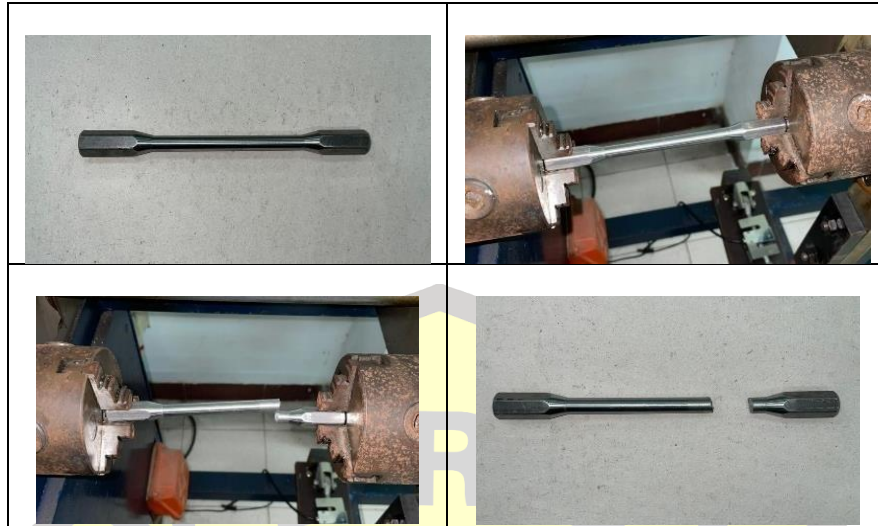
= Baja karbon rendah

Tabel 6 Hasil pengujian 2

Sudut	Torsi
1	0,002
2	5,982
3	5,982
4	5,982
5	9,535
6	9,535
7	9,535
8	9,435
9	9,435
10	9,42
11	9,42
12	9,42
13	9,502
14	9,502
15	9,502
16	9,487
17	9,487
18	9,226
19	9,226
20	9,226
21	2,627
22	2,627
23	2,627
24	0,585
25	0,585
26	0,585
27	0,615
28	0,615
29	0,528
30	0,528



Gambar 33 Hasil grafik pengujian 2



Gambar 34 Spesimen pengujian 2 mesin uji puntir yang dimodifikasi

- Pengujian 3

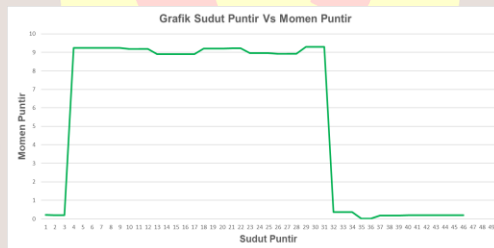
Jenis material

= Baja karbon rendah

Tabel 7 Hasil pengujian 3

Sudut	Torsi
1	0,205
2	0,186
3	0,186
4	9,233
5	9,233
6	9,233
7	9,244
8	9,244
9	9,244
10	9,178
11	9,178
12	9,178
13	8,904
14	8,904
15	8,901
16	8,901
17	8,901
18	9,206
19	9,206
20	9,206
21	9,225
22	9,225
23	8,953
24	8,953
25	8,953

Sudut	Torsi
26	8,931
27	8,931
28	8,931
29	9,291
30	9,291
31	9,291
32	0,363
33	0,363
34	0,363
35	0,013
36	0,013
37	0,176
38	0,176
39	0,176
40	0,195
41	0,195
42	0,195
43	0,193
44	0,193
45	0,193
46	0,187



Gambar 35 Hasil grafik pengujian 3



Gambar 36 Spesimen pengujian 3 mesin uji puntir yang dimodifikasi

Pengujian yang dilakukan pada mesin uji puntir yang dimodifikasi memiliki 3 hasil pengujian. Pengujian 1 memiliki maksimal torsi sebesar 49,20 Nm. Pengujian 2 memiliki maksimal torsi sebesar 46,13 Nm. Pengujian 3 memiliki maksimal torsi sebesar 46,46 Nm. Seluruh hasil pengujian tersebut di rata – ratakan. Rata – rata momen puntir hasil pengujian mesin uji puntir pembanding sebesar 47,26 Nm. Agar dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan analitik pengujian kekerasan dilakukan konversi satuan menggunakan persamaan tegangan puntir.

- Persamaan tegangan puntir

Persamaan tegangan puntir digunakan untuk mencari tegangan puntir agar dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan analitik pengujian kekerasan. Persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan (3).

$$\tau_u = \frac{16 \times T}{\pi \times d^3} \quad (3)$$

Keterangan:

$T = \text{Torsi}$

$\pi = \text{pi}$

$d = \text{diameter spesimen uji}$

Parameter yang sudah diketahui untuk menentukan nilai tegangan geser pada persamaan tegangan geser adalah sebagai berikut:

$$T = 47,26 \text{ Nm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$d = 8 \text{ mm}$$

$$\tau_u = \frac{16 \times 47,26}{3,14 \times 8^3}$$

$$= 470 \text{ MPa}$$

Dari hasil persamaan tegangan puntir menunjukkan hasil momen puntir sebesar 470 MPa.

B. Hasil pengujian mesin uji puntir pembanding

Pengujian mesin uji puntir pembanding dilakukan sebagai deviasi hasil dari pengujian mesin uji puntir yang sudah dimodifikasi. Parameter momen uji puntir yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 37 hingga gambar 41.

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No : 03/Lab-BHN/XI/2025

Pemilik Sampel : Rifqy - Universitas Pasundan
Jenis Pengujian : Pengujian Puntir
Material : Baja
Standar Spesimen : ASTM E143
Type Mesin : Mesin Uji Puntir
Tanggal Pengujian : 14 November 2025
Jumlah Spesimen : 3 spesimen

1. Hasil Pengujian Puntir



Gambar 1.1 Benda Uji Spesimen Baja Sebelum Uji Puntir



Gambar 1.2 Benda Uji Spesimen Baja Setelah Uji Puntir

Gambar 37 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 1

Tabel 1.1 Hasil Pengujian Puntir untuk Baja 1

No	x	Mp (N.m)
1	0	0
2	2.62	3.3
3	6.98	28.8
4	11.92	53.4
5	12.45	63.2
6	13.12	63.1
7	13.25	63.4
8	13.45	63.2
9	13.48	63.4
10	13.58	63.5
11	13.68	63.3
12	13.72	63.4
13	13.78	63
14	13.82	63.4
15	13.92	63.5
16	13.95	63.7
17	13.98	63.4
18	14.02	63.6
19	14.05	63.5
20	14.1	63.4
21	14.5	63.4
22	14.18	63.3
23	14.2	63.1
24	14.2	63
25	13.8	63.2
26	13.4	63.3
27	12.4	62.8
28	11.2	62.1
29	9.3	55.4
30	6.9	45.3
31	4.2	28.2
32	3.1	11.8
33	1.92	11.5
34		0.7

Tabel 1.2 Hasil Pengujian Puntir untuk Baja 2

No	x	Mp (N.m)
1	0	0
2	2.9	34.9
3	7.38	55.8
4	10.98	61.8
5	11.45	61.9
6	12.82	61.8
7	12.95	61.9

Gambar 38 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 2

8	13.15	62
9	13.3	62.1
10	13.38	62.2
11	13.45	62
12	13.52	62.1
13	13.56	62.2
14	13.6	62.2
15	13.65	62.1
16	13.7	62.2
17	13.72	62.2
18	13.75	62.3
19	13.78	62.4
20	13.8	62.5
21	13.82	62.4
22	13.82	62.6
23	13.82	62.5
24	13.85	62.3
25	13.85	62.3
26	13.88	62.4
27	13.88	62.3
28	13.88	62.3
29	13.88	59.2
30	13.4	59.2
31	12.9	59.2
32	11.7	49.3
33	9.9	49.3
34	5.9	49.3
35	4.2	28.8
36	2.8	7.5

Tabel 1.3 Hasil Pengujian Puntir untuk Baja 3

No	x	Mp (N.m)
1	0	0
2	0.68	2.1
3	4.6	21.3
4	8.32	57.4
5	11.98	61.9
6	12.82	61.8
7	12.12	62
8	13.1	61.8
9	13.5	61.5
10	13.55	61.8
11	13.62	62.1
12	13.7	62.3
13	13.72	62.2
14	13.75	62.2
15	13.8	62.1
16	13.82	62.1

Gambar 39 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 3



LABORATORIUM BAHAN DAN METALURGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Cilwaga, Parongpong, Kabupaten Bandung Barat 40559

17	13.84	62
18	13.84	62.1
19	13.88	62.2
20	13.9	62.4
21	13.9	62.3
22	13.9	62.2
23	13.9	62.4
24	13.9	62.4
25	13.9	62.5
26	13.9	62.5
27	13.9	62.4
28	13.9	62.5
29	13.9	62.7
30	13.9	62.5
31	13.8	62.6
32	13.78	62.5
33	13.75	62.4
34	13.75	62.5
35	13.72	62.4
36	13.7	62.4
37	13.7	62.4
38	13.7	62.3
39	13.7	62.5
40	13.7	62.6
41	13.7	62.4
42	13.78	62.3
43	13.8	62.4
44	13.82	62.3
45	13.82	62.3
46	13.85	62.2
47	13.9	62.5
48	13.92	62.3
49	13.95	62.2
50	13.95	62
51	14	62.1
52	14	62
53	14.02	62
54	14.05	62.1
55	14.05	62.2
56	14.08	62.1
57	14.15	62
58	14.18	62.3
59	14.18	62.1
60	14.2	62.2
61	14.22	62
62	14.24	62.2
63	14.25	62.3
64	14.28	62.3
65	14.28	62.2


Gambar 40 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 4




66	14.29	62
67	14.3	61.6
68	13.15	61.6
69	11.9	55
70	9	47
71	6.4	37.7
72	4.4	21.7
73	3.45	10.4
74	2.1	1.6
75	0.23	1.2

Bandung, 17 November 2025

Penguji Teknisi,


Sutiana
NIK 201303015

Mengetahui,
Ka. Lab. Bahan & Metalurgi


Devi Eka Septiyani A. S. Si., M.S.
NIP 199209282019032017

Gambar 41 Laporan hasil pengujian POLBAN halaman 5

Pengujian yang dilakukan pada mesin uji puntir pembanding memiliki 3 hasil pengujian. Pengujian 1 memiliki maksimal torsi sebesar 63,70 Nm. Pengujian 2 memiliki maksimal torsi sebesar 62,60 Nm. Pengujian 3 memiliki maksimal torsi sebesar 62,70 Nm. Seluruh hasil pengujian tersebut di rata – ratakan. Rata – rata momen puntir hasil pengujian mesin uji puntir pembanding sebesar 63 Nm. Agar dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan analitik pengujian kekerasan dilakukan konversi satuan menggunakan persamaan tegangan puntir.

- Persamaan tegangan puntir

Persamaan tegangan puntir digunakan untuk mencari tegangan puntir agar dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan analitik pengujian kekerasan. Persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan (4).

$$\tau_u = \frac{16 \times T}{\pi \times d^3} \quad (4)$$

Keterangan:

T = Torsi

π = pi

d = diameter spesimen uji

Parameter yang sudah diketahui untuk menentukan nilai tegangan geser pada persamaan tegangan geser adalah sebagai berikut:

$$T = 63 \text{ Nm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$d = 8 \text{ mm}$$

$$\tau_u = \frac{16 \times 63}{3,14 \times 8^3}$$

$$= 620 \text{ MPa}$$

Dari hasil persamaan tegangan puntir menunjukkan hasil momen puntir sebesar 620 MPa.

C. Analitik dari pengujian kekerasan *rockwell*

Analitik dari pengujian kekerasan *rockwell* dilakukan sebagai deviasi hasil dari pengujian mesin uji puntir yang sudah dimodifikasi. Hasil pengujian kekerasan *rockwell* dapat dilihat pada gambar 42.

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL
JURUSAN TEKNIK PENGECORAN LOGAM
JALAN KHIRMENAN 21, DASIS BANDUNG, NUSA, TELEPON (022) 260381, (022) 252049
 Homepage: http://www.polman-bandung.ac.id, e-mail: labmaterial@polman-bandung.ac.id

HASIL PENGUJIAN

No. Lab. : 551/TK, Lab. Mat./Ext./Polman/02025
 No. Order : UF-250501
 Kode Sample : Baja

Diterima tanggal : 25 November 2025
 Diuji tanggal : 01 Desember 2025

Metoda Uji : Rockwell
 Standar Uji : ASTM E18
 Mesin Uji : FR-1a (Future-Tech Corp.)
 Suhu (Ruang) : 23°C
 Kelembaban : 60%

UJI KEKERASAN

Foto Benda Uji:

Pengujian	Nilai (HRB)
I	90,0
II	88,8
III	89,4
IV	91,0
V	91,9
Rata-rata	90,2

Sambung, 01 Desember 2025
 Ka. Lab. Material Teknik Pengcoran Logam,
 Muhammad Fauzy Corbyandi Nadi S. Pd., M. Si.
 NIP. 1996100102019031015

Keterangan:
 Hasil pengujian hanya berlaku untuk sampel yang di uji.

2 dari 2

Gambar 42 Hasil pengujian *rockwell*

Hasil pengujian kekerasan *rockwell* pada spesimen uji puntir didapatkan nilai rata-rata sebesar 90,2 HRB. Nilai HRB dikonversikan menjadi kekuatan tarik maksimum menggunakan tabel *Hardness Conversion Chart*. Tabel *Hardness conversion chart* dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Hardness conversion chart

HV (Vickers)	HBW / BHN (Brinell)	HRC (Rockwell C)	HRB (Rockwell B)	HRA (Rockwell A)	HR15N (Rockwell Superficial)	HR30N (Rockwell Superficial)	HR45N (Rockwell Superficial)	HR15T (Rockwell Superficial)	HR30T (Rockwell Superficial)	HR45T (Rockwell Superficial)	HRF (Rockwell F)	Tensile (MPa)	HK (Knoop)	LEEB (D)
140	133	-	75.0	-	-	-	-	84.0	65.5	47.5	99.0	450	155	402
145	138	-	76.9	-	-	-	-	84.5	66.5	49.5	100.0	465	158	408
150	143	-	78.7	-	-	-	-	85.3	67.8	51.2	101.4	480	164	415
155	147	-	80.2	-	-	-	-	85.8	69.0	52.8	102.5	495	168	422
160	152	-	81.7	-	-	-	-	86.4	69.9	54.4	103.60	510	174	428
165	156	-	83.4	-	-	-	-	87.1	70.7	55.8	104.60	530	180	434
170	162	-	85.0	-	-	-	-	87.4	71.8	57.2	105.50	545	185	440
175	166	-	86.1	-	-	-	-	87.8	72.8	58.5	106.40	560	190	446
180	171	-	87.1	-	-	-	-	88.1	73.7	59.7	107.20	575	196	452
185	176	-	88.3	-	-	-	-	88.7	74.5	60.5	108.00	595	201	458
190	181	-	89.5	-	-	-	-	89.1	75.2	61.4	108.70	610	206	463
195	185	-	90.5	-	-	-	-	89.4	75.7	62.4	109.40	625	211	469
200	190	-	91.5	-	-	-	-	89.7	76.3	63.4	110.10	640	216	474
205	195	-	92.5	-	-	-	-	90.1	77.0	64.3	110.70	660	221	480
210	199	-	93.5	-	-	-	-	90.5	77.6	65.2	111.30	675	226	485
215	204	-	94.0	-	-	-	-	90.8	78.3	66.1	111.90	690	230	491
220	209	-	95.0	-	-	-	-	91.0	79.0	67.0	112.40	705	234	496
225	214	-	96.0	-	-	-	-	91.4	79.5	67.7	112.90	720	238	501
230	219	-	96.7	-	-	-	-	91.7	80.1	68.4	113.40	740	-	506

Pada tabel *Hardness Conversion Chart* tidak terdapat nilai 90,2 HRB untuk dikonversikan menjadi nilai *Tensile*. Jika pada tabel tersebut tidak terdapat nilai 90,2 HRB, maka dilakukan perhitungan interpolasi antara nilai 89,5 HRB dengan 90,5 HRB untuk mendapatkan nilai *Tensile*.

- Persamaan interpolasi linier

Persamaan interpolasi linier digunakan untuk memperkirakan nilai kekerasan yang tidak diketahui diantara dua nilai HRB serta menentukan nilai *Tensile* yang dibutuhkan. Persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan (5).

$$y = y_1 + \frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)} \times (y_2 - y_1) \quad (5)$$

Parameter yang sudah diketahui untuk menentukan nilai *Tensile* pada nilai 90,2 adalah sebagai berikut:

$$x = 90,2 \text{ HRB}$$

$$x_1 = 89,5 \text{ HRB}$$

$$x_2 = 90,5 \text{ HRB}$$

$$y_1 = 610 \text{ MPa}$$

$$y_2 = 625 \text{ MPa}$$

$$y = 610 + \frac{(90,2-89,5)}{(90,5-89,5)} \times (625 - 610)$$

$$y = 620,5 \text{ MPa}$$

Dari hasil perhitungan persamaan interpolasi linier menunjukkan hasil sebesar 620,5 MPa. Nilai ini menunjukkan nilai *Tensile* pada 90,2 HRB. Jadi 90,2 HRB = 620,5 MPa.

Nilai kekuatan tarik (*Tensile*) dikonversikan menjadi nilai momen puntir (*Torque*). Untuk mengkonversikan kekuatan tarik menjadi momen puntir menggunakan teori Von Mises. Berdasarkan teori Von Mises Momen Puntir 0,577 kali kekuatan tarik. Teori tersebut dapat dilihat pada persamaan (6).

- *Teori Von Mises*

$$Torque = Tensile \times 0,577 \quad (6)$$

Parameter yang sudah diketahui untuk menentukan nilai momen puntir adalah sebagai berikut:

$$Tensile = 620,5 \text{ MPa}$$

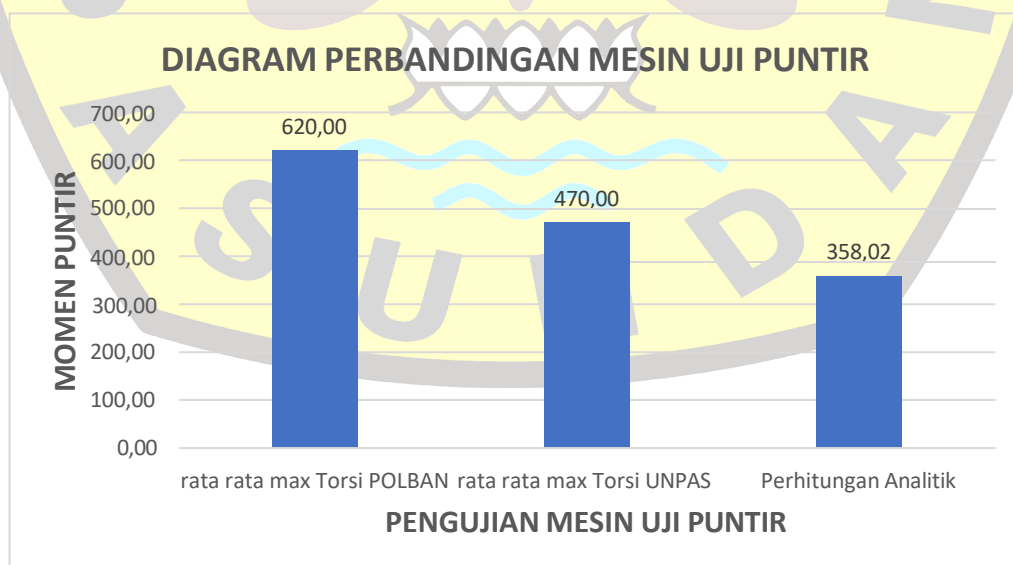
$$Torque = 620,5 \text{ MPa} \times 0,577$$

$$Torque = 358,02 \text{ MPa}$$

Dari hasil perhitungan teori Von Mises menunjukkan hasil momen puntir sebesar 358,02 MPa.

4. Analisa hasil pengujian

Dari hasil pengujian modifikasi mesin uji puntir dibandingkan dengan mesin uji puntir yang berada di Politeknik Bandung (POLBAN) dan perhitungan analitik pengujian kekerasan didapatkan diagram perbandingan momen puntir yang dapat dianalisa. Diagram perbandingan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 43.



Gambar 43 Diagram perbandingan hasil pengujian

Analisis terhadap diagram perbandingan hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

- Analisa mesin uji puntir yang dimodifikasi

Hasil pengujian pada mesin uji puntir yang dimodifikasi terdapat momen puntir maksimum menggunakan spesimen uji material baja sebesar 470 MPa.

- Analisa mesin uji puntir pembanding

Hasil pengujian pada mesin uji puntir pembanding terdapat momen puntir maksimum menggunakan spesimen uji material baja sebesar 620 MPa.

- Analisa perhitungan analitik pengujian kekerasan

Hasil perhitungan analitik pada pengujian kekerasan terdapat momen puntir maksimum menggunakan spesimen uji material baja sebesar 358,02 MPa

Perbandingan mesin uji puntir yang dimodifikasi dengan mesin uji puntir pembanding dan hasil perhitungan analitik pengujian kekerasan terdapat perbedaan hasil momen puntir yang berbeda. Apabila dibandingkan dengan perhitungan analitik pengujian kekerasan hasil pengujian mesin uji puntir yang dimodifikasi tidak jauh berbeda, tidak seperti hasil pengujian mesin uji puntir pembanding yang berbeda jauh dengan hasil perhitungan analitik pengujian kekerasan. Dapat disimpulkan hasil pengujian modifikasi mesin uji puntir tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan analitik pengujian kekerasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai digitalisasi mesin uji puntir, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, sensor loadcell tipe S, modul HX711, dan sensor proximity telah berhasil bekerja dengan baik. Sistem ini mampu mengukur gaya puntir (torsi) dan jumlah putaran (sudut puntir) secara otomatis serta menampilkan hasilnya secara real-time melalui program Visual Basic 6.0.

Hasil pengujian kalibrasi menunjukkan bahwa hubungan antara pembacaan sensor dan beban aktual bersifat linier, sehingga sistem dapat digunakan untuk memperoleh data pengujian yang akurat. Selain itu, proses pencatatan data secara digital mempermudah analisis dan penyimpanan hasil pengujian, sehingga mengurangi kesalahan pembacaan dan pencatatan manual pada mesin uji konvensional. Dengan demikian, digitalisasi mesin uji puntir ini telah meningkatkan efisiensi, keakuratan, dan kemudahan dalam pengujian material di laboratorium.

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada mesin uji puntir pembanding masih memiliki keterbatasan, yaitu pada hasil momen puntir pada pengujian uji puntir. Oleh karena itu disarankan untuk peneliti selanjutnya untuk melakukan pengujian ulang menggunakan mesin uji puntir yang bersertifikat, sehingga hasil pengujian dapat dibandingkan langsung tanpa harus melakukan perhitungan analitik menggunakan pengujian kekerasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Umam, "Uji Puntir Pada Baja ST-41 dengan Menggunakan Alat Uji Rotary," 2020.
- [2] S. Jatmiko and S. Jokosisworo, "Analisa Kekuatan Puntir dan Kekuatan Lentur Putar Poros Baja ST 60 sebagai Aplikasi Perancangan Bahan Poros Baling-Baling Kapal," Semarang, 2008. doi: <https://doi.org/10.14710/kpl.v5i1.2666>.
- [3] S. Bahri, "Pengujian Torsi Digital (Jinnan)," 2020.
- [4] J. Prihartono, "Analisis Kekuatan Puntir Baja SS41 dan Alumunium 2319," 2019.
- [5] T. D. Putra, "Variasi Bahan Material dan Ukuran Diameter Poros Dengan menggunakan Metode Pengujian Puntir," *Widya Teknika*, vol. 22, no. 2, Oct. 2014, doi: <https://doi.org/10.31328/jwt.v22i2.117>.
- [6] R. S. Harahap, "Analisis Kekuatan Puntir Baja Karbon Rendah dengan Metode Elemen Hingga Menggunakan Software (*SolidWorks*)," Medan, 2021.
- [7] D. Adi Tyagita, Y. Surya Irawan, and W. Suprpto, "Kekuatan Puntir dan Porositas Hasil Sambungan Las Gesek AlMg-Si dengan Variasi *Chamfer* dan Gaya Tekan Akhir," 2014.
- [8] J. RMS *et al.*, "Laporan Praktikum Laboratorium Teknik Material 1," 2010.
- [9] D. Sasmoko, *Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY*.
- [10] Fahrudin, "Aplikasi Microsoft Visual Basic 6.0 Dalam Pembuatan Sistem Informasi di Smp Negeri 4 Kudus" 2008.
- [11] Febri Dwi Kristanto, "Rancangan Bangun Alat Uji Kekuatan Puntir Material Tipe *Rotary*" 2020.
- [12] Wahyu Dony Xurniawan, "Redesain Alat Uji Puntir Menggunakan Motor AC Dengan Torsi Maksimum 50 NM dan Uji Coba Menggunakan Kuningan" 2023.
- [13] Heru Suryanto, "Pengembangan Alat Uji Puntir Sebagai Media Belajar Untuk Pokok Bahasan Puntiran Dalam Matakuliah Mekanika Teknik" 2007.
- [14] D. Aribowo, D. Desmira, R. Ekawati, and N. Rahmah, "Sistem Perancangan Conveyor Menggunakan Sensor Proximity Pr18-8Dn Pada Wood Sanding

- Machine,” *Edsuintek J. Pendidikan, Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, pp. 67–81, 2021, doi: 10.47668/edusaintek.v8i1.146.
- [15] Rizzywan Maolana Sunarya “Perancangan Alat Penampung Beras Sembako Berbasis Arduino,” 2020.
- [16] Rysgi Kurniawan Sinulingga “Rancang Bangun *Prototipe Over Current Relay* Sebagai Sistem Proteksi dan Monitoring Arus Berbasis *Internet Of Things*,” 2020.
- [17] Daniel Alexander Octavianus Turang “Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile,” 2015.
- [18] Rais Syahbanadi Harahap “Analisis Kekuatan Puntir Baja Karbon Rendah Dengan Metode Elemen Menggunakan *Software (Solidworks)*,” 2021.
- [19] Affandi, dan Syaiful Huzni “Analisis Numerik Kekuatan Puntir Baja Karbon Rendah Menggunakan *Software (Solidwork)*,” 2021.
- [20] Agus Wahyudi Irianto “Analisa Kekuatan Poros Komposit *Polyester* Setar Batang Pisang Yang Disusun Simetri 200, 400, dan 600 Terhadap Pengujian Puntiran,” 2016.
- [21] Handika Setya Wijaya dan Blima Oktaviastuti “Perbandingan Kekakuan Puntiran (*Torsional Stiffness*) Antara Balok Kayu Kamper Berpenampang *Hollow (Box Beam)* dan Solid,” 2017.
- [22] Sarjito, dan Jokosisworo “Analisa Kekuatan Puntir, Lentur Putar dan Kekerasan Baja ST 60 Untuk Poros *Propeller* Setelah *Diquenching*,” 2009.
- [23] DR. SAMSUL BAHRI, ST, M.SI “Pengujian Torsi Digital (JINNAN)” 2020.
- [24] David Febri Alfian “Efek *Upset Force* Terhadap *Anisotropy* Kekuatan Puntir Sambung Las Gesek A6061 Dengan *Chamfer* Satu Sisi,” 2018.
- [25] Muhammad Rafly Ramadhan, Risal Abu, Mukhnizar, Afdal, Zulkarnain “*Testing Of Test Equipment*,” 2023.
- [26] Heru Suryanto “Pengembangan Alat Uji Puntiran Sebagai Media Belajar Untuk Pokok Bahasan Puntiran Dalam Matakuliah Mekanika Teknik,” 2007.
- [27] Timothy Audy Wiranda “Pengaruh Suhu Aging dan Penambahan One-Side Chamfer Terhadap Kekuatan Puntir Sambungan Las AA6061 dan Baja SS41,” 2021.

- [28] Nur Najmih Sam, Muh Rifaldi, Nanang Roni Wibowo, Muhammad Nur “Rancang Bangun Modul Praktik Load Cell dengan Kapasitas 20 Kg Berbasis Arduino Nano” 2020
- [29] Sugiarto, T., Zulhanif, dan Sugiyanto. 2013. Analisis Uji Ketahanan Lelah Baja Karbon Sedang Aisi 1045 Dengan Heat Treatment (Quenching) Dengan Menggunakan Alat Rotary Bending. Jurnal Fema Universitas Lampung Vol. 1 No. 3
- [30] Amiruddin, A. dan F.A. Lubis. 2018. Analisa Pengujian Lelah Material Tembaga dengan Menggunakan Rotary Bending Fatigue Machine. Jurnal Ilmiah Mekanik Teknik Mesin ITM, Vol. 4 No. 2
- [31] Fahrudin “Aplikasi *Microsoft Visual Basic 6.0* dalam Pembuatan Sistem Informasi di SMP Negeri 4 Kudus,” 2008
- [32] Pratama, A “Perancangan Sistem Akuisisi Data Berbasis *Visual Basic 6.0* dan *Mikrokontroler*,” 2012
- [33] Setiawan, D., & Nugroho, B “Perancangan Sistem Monitoring *Sensor* Menggunakan *Visual Basic 6.0*,” 2015
- [34] Wahyudi, A “Aplikasi *Visual Basic 6.0* sebagai Antarmuka *Human Machine Interface (HMI)*,” 2014
- [35] Kurniawan, R “Sistem Akuisisi Data Berbasis PC Menggunakan *Visual Basic 6.0*,” 2016

LAMPIRAN

1. Program Utama Arduino IDE (Loadcell)

```
#include "HX711.h"

//Pin HX711
#define DT A1 // Pin Data
#define SCK A0 // Pin Clock

HX711 scale;

// Variabel kalibrasi
//float calibration_factor = 902; // Nilai awal (akan dikalibrasi)
float nilai;
float y;
int z;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  Serial.println("Kalibrasi Load Cell...");

  scale.begin(DT, SCK);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); // Nolkan timbangan

  Serial.println("Letakkan beban yang diketahui pada Load Cell...");
}

void loop() {
  Serial.print("Pembacaan mentah: ");
  nilai=scale.get_units();
  y = 0.0115* nilai + 3,278;
  //nilai diubah dulu menggunakan persamaan hasil kalibrasi
  //nilai=variabel x
  z=int(y);
  //Serial.println(z);
  Serial.write(255); // start byte
  Serial.write(z / 254); // kepala
  Serial.write(z % 254); // ekor
  delay(250
```

2. Program Utama Arduino IDE (Proximity)

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define tombol01 2
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set address I2C dan besar karakter untuk lcd
16x2

int hitung1;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(tombol01, INPUT_PULLUP); // pin tombol (pin 2) diatur sebagai input
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  hitung1=digitalRead(tombol01);
  if(hitung1==0) { //awal 1
    delay(50);
    Serial.print(1);
    while(hitung1==0) hitung1=digitalRead(tombol01);
    delay(50);
  }
}
```

3. Program Utama Arduino IDE (Intruksi Proximity)

```
#define LED_PIN 13
#define INT0_PIN 2

int a0;

void setup() {
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(INT0_PIN, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(INT0_PIN), INT0_ISR, FALLING);

  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    a0 = Serial.read();

    if (a0 == 255) {
      digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
    }
    else if (a0 == 254) {
      digitalWrite(LED_PIN, LOW);
    }
  }
}

void INT0_ISR() {
  Serial.println(1);
}
```

4. Program Utama Visual Basic menyimpan jadi file txt

Dim kata As Variant

Dim angka1 As Integer

Dim tampil1 As Double

Dim hitung, tampil As Integer

Dim kepala, ekor As String

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
    angka1 = 0
```

```
    Text2.Text = angka1
```

```
    CommonDialog1.ShowOpen
```

```
    file = CommonDialog1.FileName
```

```
    angka3 = Len(file)
```

```
    angka4 = List1.ListCount
```

```
    If ((angka3 > 0) And (angka4 > 0)) Then
```

```
        Open file For Output As #1
```

```
        For i = 0 To (angka4 - 3)
```

```
            kata1 = List1.List(i)
```

```
            Print #1, kata1
```

```
        Next
```

```
        Close #1
```

```
        MsgBox "Simpan File Selesai"
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    Dim jumlah As Integer
```

```
    Const VtChChartType2dLine = 2
```

```
    If (MSComm1.PortOpen = False) Then
```

```
        MSComm1.PortOpen = True
```

```
        'MSChart1.chartType = VtChChartType2dLine
```

```
        MSChart1.ColumnCount = 1
```

```
        jumlah = 0
```

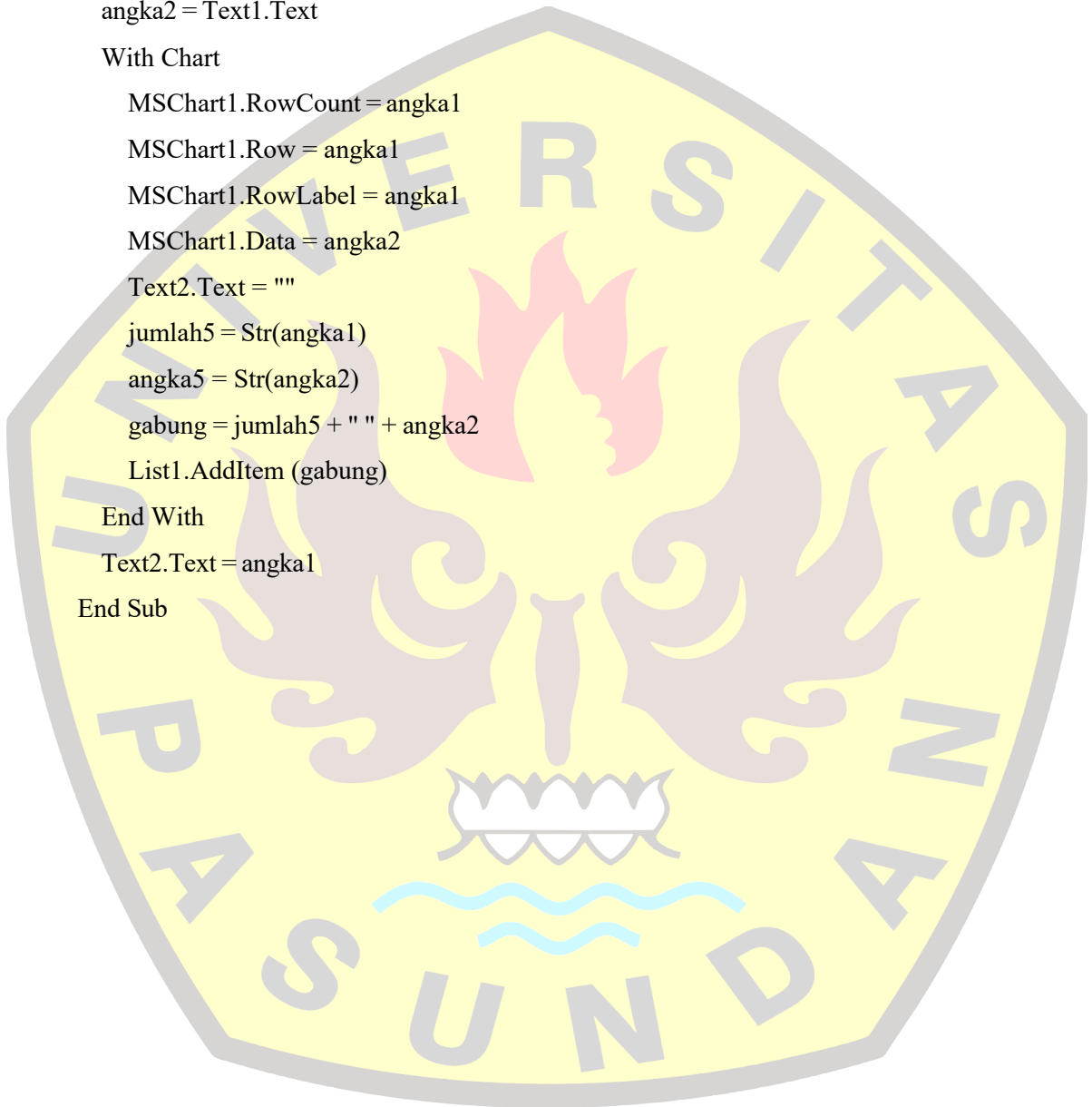
```
    End If
```

```
If (MSComm2.PortOpen = False) Then
    MSComm2.PortOpen = True
End If
End Sub
```

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    If (MSComm1.PortOpen = True) Then
        MSComm1.PortOpen = False
    End If
    If (MSComm2.PortOpen = True) Then
        MSComm2.PortOpen = False
    End If
End Sub
```

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
    'arduino loadcell
    If (MSComm1.CommEvent = comEvReceive) Then
        kata = Asc(MSComm1.Input)
        If (kata = 255) Then
            hitung = 0
        Else
            hitung = hitung + 1
        End If
        If (hitung = 1) Then
            kepala = kata
        End If
        If (hitung = 2) Then
            ekor = kata
            tampil = 254 * Val(kepala) + Val(ekor)
            tampil1 = tampil / 1000
            Text1.Text = FormatNumber(tampil1, 3)
        End If
    End If
End Sub
```

```
Private Sub MSComm2_OnComm()  
    'arduino proximity  
    If (MSComm2.CommEvent = comEvReceive) Then  
        angka1 = angka1 + 1  
        Text2.Text = Str(angka1)  
    End If  
    angka2 = Text1.Text  
    With Chart  
        MSChart1.RowCount = angka1  
        MSChart1.Row = angka1  
        MSChart1.RowLabel = angka1  
        MSChart1.Data = angka2  
        Text2.Text = ""  
        jumlah5 = Str(angka1)  
        angka5 = Str(angka2)  
        gabung = jumlah5 + " " + angka2  
        List1.AddItem (gabung)  
    End With  
    Text2.Text = angka1  
End Sub
```



5. Program Utama Visual Basic menyimpan jadi file excel

Dim kata As Variant

Dim angka1 As Integer

Dim tampil1 As Double

Dim hitung, tampil As Integer

Dim kepala, ekor As String

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
    angka1 = 0
```

```
    Text2.Text = angka1
```

```
    CommonDialog1.ShowSave
```

```
    file = CommonDialog1.FileName
```

```
    angka3 = Len(file)
```

```
    angka4 = List1.ListCount
```

```
    If ((angka3 > 0) And (angka4 > 0)) Then
```

```
        Open file For Output As #1
```

```
        'file excell dibuka disini
```

```
        Dim xlApp As Object
```

```
        Dim xlWB As Object
```

```
        Dim xlSH As Object
```

```
        Set xlApp = CreateObject("Excel.Application")
```

```
        Set xlWB = xlApp.Workbooks.Open("D:\uji00.xlsx")
```

```
        Set xlSH01 = xlWB.Worksheets(1)
```

```
        'xlApp.Visible = True
```

```
        For i = 0 To (angka4 - 1)
```

```
            kata1 = List1.List(i)
```

```
            Print #1, kata1
```

```
            parts = Split(kata1, " ")
```

```
            kata11 = " "
```

```
            kata12 = " "
```

```
            If UBound(parts) >= 0 Then kata11 = parts(1)
```

```
            If UBound(parts) >= 1 Then kata12 = parts(2)
```

```
            'kata1 dipisah menjadi kata11 & kata12
```

```
            'sheet diisi di sini
```

```
            xlSH01.Cells(i + 2, 1).Value = kata11
```

```

        xISH01.Cells(i + 2, 2).Value = CDb1(kata12)
    Next
    Close #1
    'simpan file excell di sini
    xIWB.SaveAs (file)
    xIWB.Close
    Set xIWB = Nothing
    Set xlApp = Nothing
    'MsgBox "OK"
    'Exit Sub
    MsgBox "Simpan File Selesai"
End If
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    On Error Resume Next
    MSComm2.Output = Chr(254) 'Relay OFF
    DoEvents
End
End Sub

Private Sub Command3_Click()
    List1.Clear
    angka1 = 0
End Sub

Private Sub Command4_Click()
    If (Command4.Caption = "Start") Then
        MSComm2.Output = Chr(255)
        Command4.Caption = "Finish"
    Else
        MSComm2.Output = Chr(254)
        Command4.Caption = "Start"
    End If
End Sub
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
    Dim jumlah As Integer
    Const VtChChartType2dLine = 2
    MSChart1.ColumnCount = 1
    jumlah = 0
    'If (MSComm1.PortOpen = False) Then
        'MSComm1.PortOpen = True
        'MSChart1.chartType = VtChChartType2dLine
        'MSChart1.ColumnCount = 1
        'jumlah = 0
    'End If
    'If (MSComm2.PortOpen = False) Then
        'MSComm2.PortOpen = True
    'End If
    Form1.Hide
    Form2.Show
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    If (MSComm1.PortOpen = True) Then
        MSComm1.PortOpen = False
    End If
    If (MSComm2.PortOpen = True) Then
        MSComm2.PortOpen = False
    End If
End Sub

Private Sub MSComm1_OnComm()
    'arduino loadcell
    On Error GoTo habis
    If (MSComm1.CommEvent = comEvReceive) Then
        kata = Asc(MSComm1.Input)
        If (kata = 255) Then
            hitung = 0

```

```

Else
    hitung = hitung + 1
End If
If (hitung = 1) Then
    kepala = kata
End If
If (hitung = 2) Then
    ekor = kata
    tampil = 254 * Val(kepala) + Val(ekor)
    tampil1 = tampil / 1000
    Text1.Text = FormatNumber(tampil1, 3)
End If
End If
habis:
End Sub

Private Sub MSComm2_OnComm()
    'arduino proximity
    On Error GoTo selesai
    If (MSComm2.CommEvent = comEvReceive) Then
        angka1 = angka1 + 1
        Text2.Text = Str(angka1)
    End If
    angka2 = Text1.Text
    With Chart
        MSChart1.RowCount = angka1
        MSChart1.Row = angka1
        MSChart1.RowLabel = angka1
        MSChart1.Data = angka2
        Text2.Text = ""
        jumlah5 = Str(angka1)
        angka5 = Str(angka2)
        gabung = jumlah5 + " " + angka2
        List1.AddItem (gabung)
    End With

```

Text2.Text = angka1

selesai:

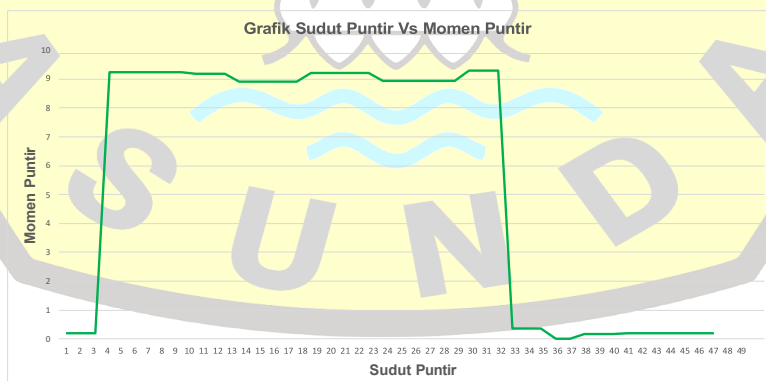
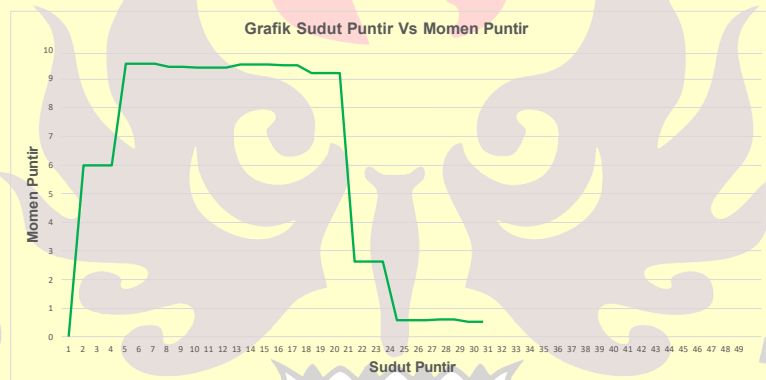
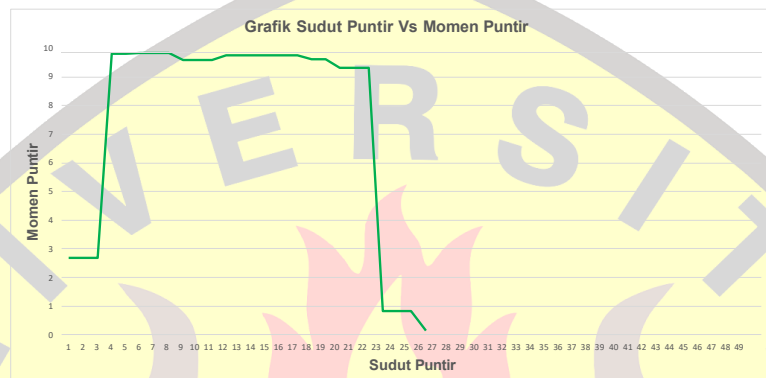
End Sub



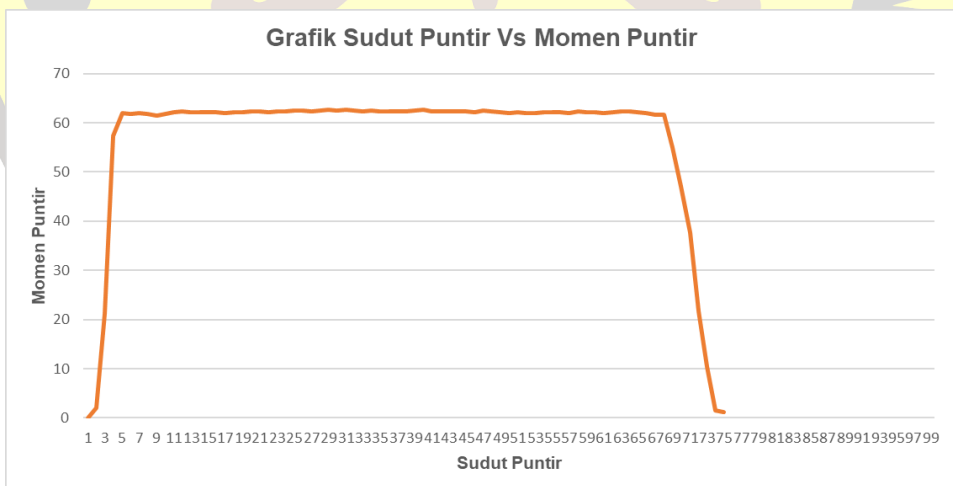
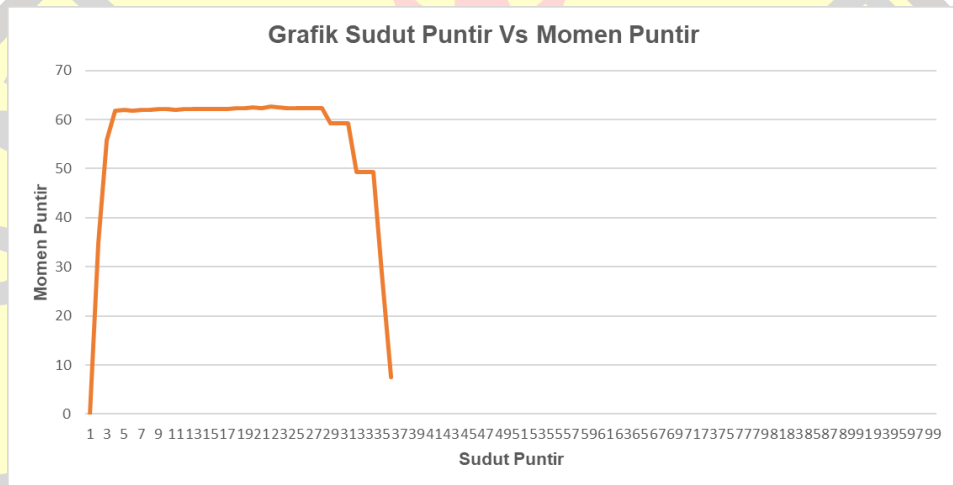
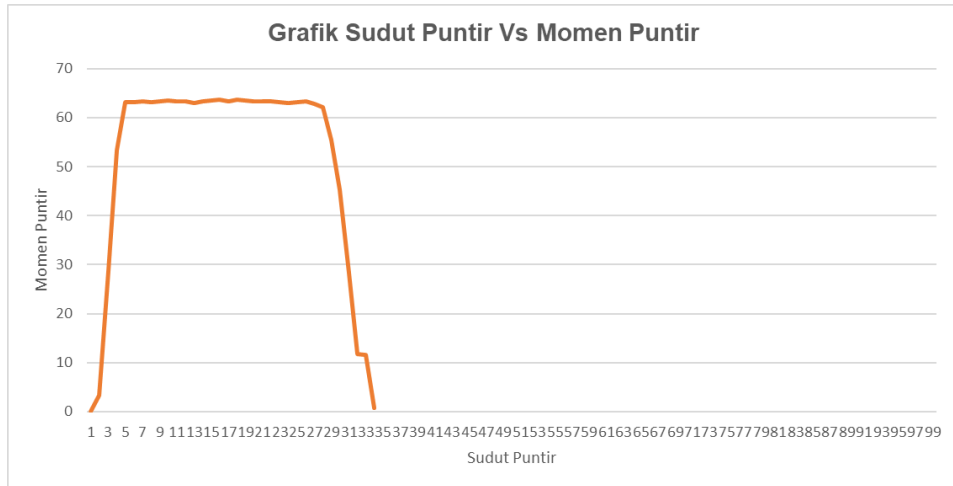
6. Foto foto kegiatan dan hasil uji puntir

Foto-foto kegiatan berikut merupakan spesimen uji material baja karbon rendah hasil pengujian mesin uji puntir dan gambar grafik digital momen puntir Vs sudut puntir yang dicatat pada aplikasi excel Beberapa hasil pengujian spesimen ditampilkan sebagai berikut:

- Foto grafik uji puntir pada mesin uji puntir yang dimodifikasi



- Foto grafik uji puntir pada mesin uji puntir pembanding (POLBAN)



- Foto spesimen uji puntir



- Laporan hasil pengujian mesin uji puntir pembanding


LABORATORIUM BAHAN DAN METALURGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BANDUNG
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Parongpong, Kabupaten Bandung Barat 40559

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
No : 03/Lab-BHN/XI/2025

Pemilik Sampel : Rifqy - Universitas Pasundan
Jenis Pengujian : Pengujian Puntir
Material : Baja
Standar Spesimen : ASTM E143
Type Mesin : Mesin Uji Puntir
Tanggal Pengujian : 14 November 2025
Jumlah Spesimen : 3 spesimen

1. Hasil Pengujian Puntir



Gambar 1.1 Benda Uji Spesimen Baja Sebelum Uji Puntir



Gambar 1.2 Benda Uji Spesimen Baja Setelah Uji Puntir

Tabel 1.1 Hasil Pengujian Puntir untuk Baja 1

No	x	Mp (N.m)
1	0	0
2	2.62	3.3
3	6.98	28.8
4	11.92	53.4
5	12.45	63.2
6	13.12	63.1
7	13.25	63.4
8	13.45	63.2
9	13.48	63.4
10	13.58	63.5
11	13.68	63.3
12	13.72	63.4
13	13.78	63
14	13.82	63.4
15	13.92	63.5
16	13.95	63.7
17	13.98	63.4
18	14.02	63.6
19	14.05	63.5
20	14.1	63.4
21	14.5	63.4
22	14.18	63.3
23	14.2	63.1
24	14.2	63
25	13.8	63.2
26	13.4	63.3
27	12.4	62.8
28	11.2	62.1
29	9.3	55.4
30	6.9	45.3
31	4.2	28.2
32	3.1	11.8
33	1.92	11.5
34		0.7

Tabel 1.2 Hasil Pengujian Puntir untuk Baja 2

No	x	Mp (N.m)
1	0	0
2	2.9	34.9
3	7.38	55.8
4	10.98	61.8
5	11.45	61.9
6	12.82	61.8
7	12.95	61.9

8	13.15	62
9	13.3	62.1
10	13.38	62.2
11	13.45	62
12	13.52	62.1
13	13.56	62.2
14	13.6	62.2
15	13.65	62.1
16	13.7	62.2
17	13.72	62.2
18	13.75	62.3
19	13.78	62.4
20	13.8	62.5
21	13.82	62.4
22	13.82	62.6
23	13.82	62.5
24	13.85	62.3
25	13.85	62.3
26	13.88	62.4
27	13.88	62.3
28	13.88	62.3
29	13.88	59.2
30	13.4	59.2
31	12.9	59.2
32	11.7	49.3
33	9.9	49.3
34	5.9	49.3
35	4.2	28.8
36	2.8	7.5

Tabel 1.3 Hasil Pengujian Puntir untuk Baja 3

No	x	Mp (N.m)
1	0	0
2	0.68	2.1
3	4.6	21.3
4	8.32	57.4
5	11.98	61.9
6	12.82	61.8
7	12.12	62
8	13.1	61.8
9	13.5	61.5
10	13.55	61.8
11	13.62	62.1
12	13.7	62.3
13	13.72	62.2
14	13.75	62.2
15	13.8	62.1
16	13.82	62.1



LABORATORIUM BAHAN DAN METALURGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Parongpong, Kabupaten Bandung Barat 40559

17	13.84	62
18	13.84	62.1
19	13.88	62.2
20	13.9	62.4
21	13.9	62.3
22	13.9	62.2
23	13.9	62.4
24	13.9	62.4
25	13.9	62.5
26	13.9	62.5
27	13.9	62.4
28	13.9	62.5
29	13.9	62.7
30	13.9	62.5
31	13.8	62.6
32	13.78	62.5
33	13.75	62.4
34	13.75	62.5
35	13.72	62.4
36	13.7	62.4
37	13.7	62.4
38	13.7	62.3
39	13.7	62.5
40	13.7	62.6
41	13.7	62.4
42	13.78	62.3
43	13.8	62.4
44	13.82	62.3
45	13.82	62.3
46	13.85	62.2
47	13.9	62.5
48	13.92	62.3
49	13.95	62.2
50	13.95	62
51	14	62.1
52	14	62
53	14.02	62
54	14.05	62.1
55	14.05	62.2
56	14.08	62.1
57	14.15	62
58	14.18	62.3
59	14.18	62.1
60	14.2	62.2
61	14.22	62
62	14.24	62.2
63	14.25	62.3
64	14.28	62.3
65	14.28	62.2



LABORATORIUM BAHAN DAN METALURGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Parongpong, Kabupaten Bandung Barat 40559

66	14.29	62
67	14.3	61.6
68	13.15	61.6
69	11.9	55
70	9	47
71	6.4	37.7
72	4.4	21.7
73	3.45	10.4
74	2.1	1.6
75	0.23	1.2

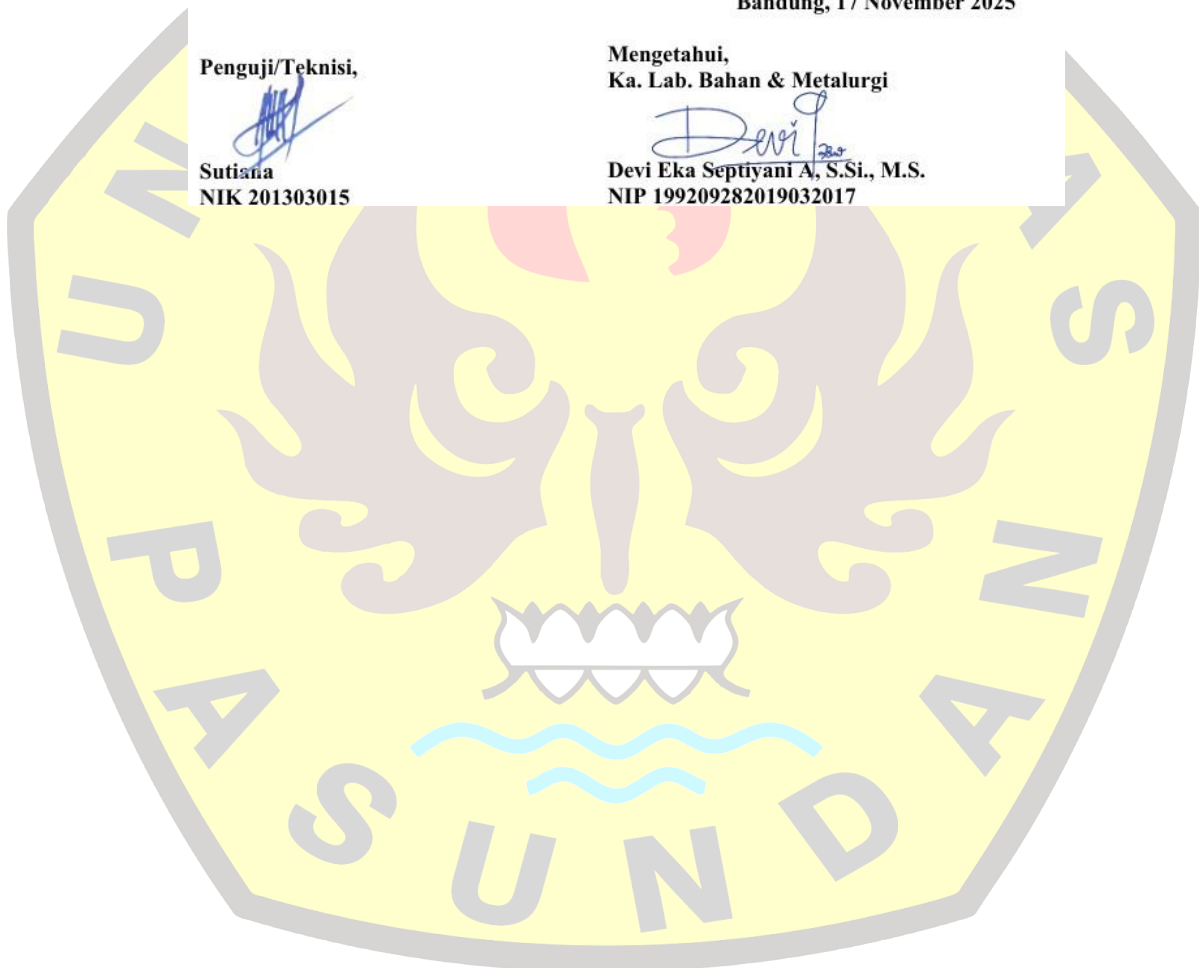
Bandung, 17 November 2025

Penguji/Teknisi,



Sutiafia
NIK 201303015

Mengetahui,
Ka. Lab. Bahan & Metalurgi


Devi Eka Septiyani A, S.Si., M.S.
NIP 199209282019032017



- Laporan hasil pengujian uji kekerasan




POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL
JURUSAN TEKNIK PENGECORAN LOGAM

JALAN KAHAYAKAN 21, DAGU-BANDUNG 40135, TELEPON (022) 2500241, FAKSIMILE (022) 2502649
Homepage <http://www.polman-bandung.ac.id> ; e-mail : sekretariat@polman-bandung.ac.id

FR-B-5.10-3-28 ed A rev 2

LAPORAN PENGUJIAN
Test Report

<u>JENIS PENGUJIAN</u>	: <i>Uji Kekerasan</i>
<i>Types of Testing</i>	: <i>Hardness Test</i>
<u>NO. LAPORAN</u>	: <i>551/Trk.Lab.Mat./Ext./Polman/XI/2025</i>
<i>Report No.</i>	
<u>NO. PESANAN</u>	: <i>UF-250551</i>
<i>Order No.</i>	
<u>KODE SAMPEL</u>	: <i>Terlampir</i>
<i>Sample Code</i>	: <i>Attached</i>
<u>DIBUAT UNTUK</u>	: <i>RIFQI</i>
<i>Executed On</i>	: <i>MHS. UNPAS</i>
<u>DITERIMA TANGGAL</u>	: <i>25 November 2025</i>
<i>Received On</i>	
<u>DIUJI TANGGAL</u>	: <i>01 Desember 2025</i>
<i>Tested On</i>	
<u>MESIN UJI</u>	: <i>FR-1e (Future-Tech Corp.)</i>
<i>Testing Machine</i>	
<u>SUHU RUANG</u>	: <i>23°C</i>
<i>Room Temperature</i>	
<u>KELEMBABAN</u>	: <i>60%</i>
<i>Humidity</i>	
<u>STANDAR ACUAN</u>	: <i>ASTM E18</i>
<i>Test Standard</i>	
<u>HASIL PENGUJIAN</u>	: <i>Terlampir</i>
<i>Test Result</i>	: <i>Attached</i>
<u>DITERBITKAN TANGGAL</u>	: <i>01 Desember 2025</i>
<i>Published On</i>	



Ka. Lab. Material Teknik Pengecoran Logam,
Muhammad Rizki Gorblyandi Nadi S.Pd., M.Si.
NIP. 199109102019031015

Keterangan :
Pengujian yang dilaporkan telah dilaksanakan sesuai dengan persyaratan registrasi.
Hasil pengujian tidak untuk diumumkan, dan hanya berlaku untuk contoh yang bersangkutan.
Laporan ini tidak boleh diperbanyak kecuali secara keseluruhan

1 dari 2



POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL
JURUSAN TEKNIK PENGECORAN LOGAM

FR 8-5.10-3-38 ed A rev 2

JALAN KANAWAKAN 21, DAGO-BANDUNG 40135, TELEPON (022) 2500241, FAKSIMILE (022) 2500649
Homepage <http://www.polman-bandung.ac.id>, e-mail : sekretariat@polman-bandung.ac.id

HASIL PENGUJIAN

No. Lab : 551/Trk.Lab.Mat./Ext./Polman/XI/2025
No. Order : UF-250551

Diterima tanggal : 25 November 2025
Diuji tanggal : 01 Desember 2025

Kode Sample : Baja

Metoda Uji : Rockwell
Standar Uji : ASTM E18
Mesin Uji : FR-1e
(Future-Tech Corp.)

Suhu (Ruang) : 23°C
Kelembaban : 60%

UJI KEKERASAN		
Foto Benda Uji :  25 mm	Pengujian	Nilai (HRB)
	I	90,0
	II	88,8
	III	89,4
	IV	91,0
	V	91,9
	Rata-rata	90,2

Bandung, 01 Desember 2025
Ka. Lab. Material Teknik Pengecoran Logam,

Muhammad Rudy Gorbyandi Nadi S.Pd., M.Si.
NIP. 199109102019031015

Keterangan :
Hasil pengujian hanya berlaku untuk sampel yang di uji.

2 dari 2