

Matematika di Balik Proses Pembuatan Pagar Besi Minimalis: Analisis Konsep Geometri dan Bilangan

Ainiyatul Lutfiah^{*1}, Fuat², dan Keto Susanto³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Wiranegara, Indonesia
e-mail: niaainy364@gmail.com

Abstrak

Matematika tidak hanya terbatas pada teori di ruang kelas, tetapi juga terintegrasi dalam kehidupan sehari-hari dan dapat dimanfaatkan sebagai konteks pembelajaran matematika. Salah satu konteks tersebut adalah proses pembuatan pagar besi minimalis di bengkel las listrik. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan melalui pengkodean tematik menggunakan perangkat lunak Nvivo 12 Pro untuk mengidentifikasi konsep-konsep matematika yang muncul dalam proses pembuatan pagar besi minimalis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahap perencanaan digunakan konsep bilangan dalam menghitung jumlah batang besi, jarak antar batang, dan pembulatan ukuran material. Pada tahap pemotongan, ditemukan penerapan konsep geometri seperti sudut 45° , pembagian sudut, dan toleransi ukuran. Selanjutnya, tahap penyambungan melibatkan konsep geometri antara lain garis tegak lurus, penjumlahan sudut, segitiga siku-siku, representasi sudut, kombinasi bangun datar dan bangun ruang, serta busur lingkaran. Temuan ini menunjukkan bahwa konsep-konsep matematika, khususnya bilangan dan geometri, secara implisit diterapkan dalam praktik bengkel las dan berpotensi digunakan sebagai konteks pembelajaran matematika yang kontekstual dan bermakna..

Kata kunci: Geometri, Bilangan, Proses Pembuatan Pagar Besi Minimalis, Bengkel Las Listrik

1. PENDAHULUAN

Matematika sering kali dipandang sebagai ilmu yang abstrak dan hanya digunakan di ruang kelas. Padahal, dalam kehidupan sehari-hari, berbagai aktivitas manusia tidak terlepas dari penerapan konsep-konsep matematika. Salah satu bidang yang menunjukkan keterkaitan erat dengan matematika adalah kegiatan produksi pada industri konstruksi kecil dan menengah, termasuk bengkel las listrik yang mengerjakan pembuatan pagar besi minimalis.

Pagar besi minimalis banyak dipilih masyarakat karena desainnya yang sederhana, modern, dan fungsional. Namun, proses pembuatannya tidak hanya berkaitan dengan aspek estetika, melainkan juga menuntut ketelitian pada tahap perencanaan, pemotongan, dan penyambungan. Setiap tahapan tersebut memerlukan ketepatan ukuran, pemahaman sudut, serta perhitungan material agar pagar yang dihasilkan tidak miring, tidak simetris, dan sesuai dengan desain yang diinginkan. Dengan demikian, kualitas pagar besi minimalis sangat bergantung pada penerapan prinsip-prinsip matematika secara tepat dalam proses produksinya.

Menariknya, pekerja bengkel las secara tidak langsung telah menerapkan berbagai konsep matematika dalam aktivitas kerjanya, meskipun sering kali tidak disadari sebagai bagian dari konsep matematika formal. Konsep pengukuran panjang, sudut siku-siku, kesebangunan, simetri, hingga perhitungan kebutuhan bahan merakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses pembuatan pagar besi minimalis. Hal ini sejalan dengan pandangan Fuat et al (2024) yang menyatakan bahwa matematika berperan penting dalam berbagai aktivitas teknis dan pekerjaan sehari-hari.

Penelitian sebelumnya mengenai keterkaitan matematika dan pagar besi umumnya lebih menekankan pada analisis bentuk geometri pada hasil akhir pagar sebagai objek visual. Wahyuni & Safitri (2023) misalnya, mengeksplorasi bentuk-bentuk geometri pada bangunan masjid, termasuk pagar dan pintu masuk, yang menyerupai persegi panjang dan lingkaran. Sementara itu Masyitah et al (2024) mengkaji hubungan antar-sudut pada pagar masjid yang membentuk sudut siku-siku. Penelitians-penelitian tersebut menunjukkan

adanya keterkaitan antara pagar besi dengan konsep matematika, khususnya geometri. Namun, fokus kajiannya masih terbatas pada bentuk akhir pagar, belum menelaah secara mendalam proses pembuatannya sebagai aktivitas matematis.

Berdasarkan hal tersebut, kajian yang mengungkap penerapan konsep-konsep matematika pada tahapan proses pembuatan pagar besi minimalis masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis konsep-konsep matematika yang muncul dalam proses pembuatan pagar besi minimalis di bengkel las listrik Kabupaten Pasuruan, mulai dari tahap perencanaan, pemotongan, hingga penyambungan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengaitkan temuan tersebut dengan pembelajaran matematika di sekolah, sehingga proses pembuatan pagar besi minimalis dapat dimanfaatkan sebagai konteks pembelajaran yang kontekstual dan bermakna bagi siswa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis konsep-konsep matematika yang muncul dalam proses pembuatan pagar besi minimalis di bengkel las. Penelitian difokuskan pada tiga tahapan utama dalam proses produksi, yaitu tahap perencanaan, tahap pemotongan, dan tahap penyambungan, sebagaimana berlangsung dalam praktik kerja tukang las.

Subjek penelitian terdiri atas empat tukang las yang berasal dari beberapa bengkel las di wilayah Pasuruan, yaitu Bengkel SugiLas, Bengkel Las Nizam Jaya Steel, Bengkel Karya Hidayat, dan Bengkel Las Ajaib. Pemilihan subjek dilakukan secara *Purposive Sampling* dengan mempertimbangkan pengalaman tukang las dalam pembuatan pagar besi minimalis.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan secara langsung untuk mengamati aktivitas kerja tukang las pada setiap tahapan pembuatan pagar besi minimalis. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur untuk menggali informasi mengenai tahapan kerja, teknik pengukuran, perhitungan bahan, serta pertimbangan matematis yang digunakan oleh tukang las. Dokumentasi berupa foto, catatan lapangan, dan rekaman wawancara digunakan untuk memperkuat data hasil observasi dan wawancara.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis tematik dengan pendekatan induktif. Analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak NVivo 12 Pro sebagai alat bantu pengelolaan dan pengodean data kualitatif. Pendekatan induktif digunakan agar tema-tema yang muncul benar-benar berasal dari data lapangan, bukan ditentukan berdasarkan teori sebelumnya.

Proses analisis data dilakukan melalui enam tahap, yaitu:

1. Membiasakan diri dengan data melalui pembacaan dan penelaahan data secara berulang.
2. Memberikan kode awal pada bagian data yang relevan dengan fokus penelitian.
3. Mengelompokkan kode-kode sejenis untuk menemukan tema awal.
4. Meninjau dan memvalidasi tema agar sesuai dengan keseluruhan data.
5. Mendefinisikan dan menamai tema secara jelas sesuai dengan konsep matematika yang ditemukan.
6. Menyusun hasil analisis dalam bentuk narasi deskriptif yang dikaitkan dengan tahapan perencanaan, pemotongan, dan penyambungan.

Validitas data dalam penelitian ini dijaga melalui triangulasi teknik dan sumber, yaitu dengan membandingkan data hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi, serta membandingkan informasi dari lebih dari satu informan. Hal ini dilakukan untuk memastikan konsistensi dan keakuratan data.

Reliabilitas data dijaga dengan melakukan pengamatan berulang pada proses yang sama serta pencatatan data secara sistematis. Wawancara direkam dan ditranskripsikan untuk menghindari kesalahan penafsiran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsep Matematika pada Tahap Perencanaan Pembuatan Pagar Besi Minimalis

Berdasarkan hasil observasi di bengkel las listrik Kabupaten Pasuruan, tahap perencanaan diawali dengan penentuan model pagar besi minimalis yang disesuaikan dengan permintaan konsumen. Tukang

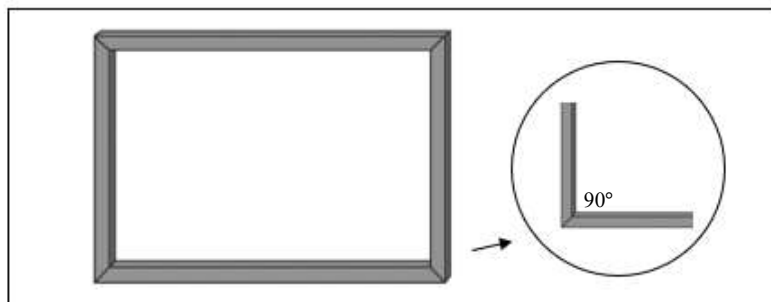
biasanya memperlihatkan beberapa contoh model pagar minimalis, baik dari katalog, foto hasil kerja sebelumnya, maupun desain sederhana yang dibuat langsung di tempat. Model ini menjadi acuan bentuk rangka, pola jeruji, dan hiasan pagar.

3.1.1 Konsep Bangun Datar, Hubungan Garis, dan Sudut pada Ornamen Pagar

Pada tahap perencanaan, konsep geometri dasar telah diterapkan secara praktis oleh tukang las dalam menentukan bentuk rangka pagar. Tukang mengenali bentuk utama pagar, seperti persegi dan persegi panjang, sebagai kerangka dasar. Hal ini tercermin dari pernyataan tukang bahwa rangka pagar memiliki “panjang yang sama di dua sisi dan lebar yang sama di dua sisi lainnya”. Pernyataan tersebut menunjukkan adanya penerapan konsep kekongruenan secara intuitif dalam menentukan bentuk rangka pagar. Bentuk rangka pagar tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 Persegi Panjang dan Sudut Siku-siku pada Rangka Pagar



Gambar 2 Ilustrasi Persegi Panjang dan Sudut Siku-siku pada Rangka Pagar

Secara matematis, persegi panjang didefinisikan sebagai bangun datar yang memiliki dua pasang sisi sejajar dan empat sudut siku-siku (Djumanta 2005). Namun, dalam praktik bengkel las, konsep kesejajaran sulit diterapkan secara langsung karena tidak mudah diukur secara kasat mata tanpa alat bantu khusus. Sebagaimana dijelaskan oleh Hidayatus et al (2018) dua garis dikatakan sejajar apabila tidak memiliki titik potong. Oleh karena itu, tukang lebih mengandalkan pengukuran panjang sisi yang sama (kongruensi) serta memastikan keberadaan satu sudut siku-siku untuk membentuk persegi panjang. Prinsip ini lebih mudah diterapkan melalui pengukuran langsung. Apabila hanya panjang sisi yang diperhatikan tanpa memastikan sudut siku-siku, bentuk yang dihasilkan dapat menyerupai jajargenjang, bukan persegi panjang.

Selain bentuk rangka utama, tukang juga merencanakan pola ornamen pagar untuk memberikan variasi estetika, salah satunya dengan menggunakan bentuk yang oleh tukang disebut sebagai *wajik*. Dalam kajian matematika, bentuk tersebut sesuai dengan bangun datar belah ketupat. Bentuk wajik dapat di lihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Bentuk Belah Ketupat pada Ornamen pagar

Meskipun tukang las tidak menyebutkan istilah matematika secara eksplisit, temuan di lapangan menunjukkan adanya penerapan konsep geometri dalam proses perencanaan ornamen tersebut. Tukang menggunakan mal dari besi hollow sebagai acuan untuk menyeragamkan panjang potongan besi, sehingga diperoleh sisi-sisi dengan ukuran yang sama. Dua batang besi dengan panjang identik tersebut kemudian disambungkan pada sudut tertentu hingga membentuk motif belah ketupat yang simetris. Secara matematis, penggunaan mal tersebut mencerminkan penerapan konsep kongruensi, yaitu kesamaan bentuk dan ukuran, yang memastikan keempat sisi belah ketupat memiliki panjang yang sama.

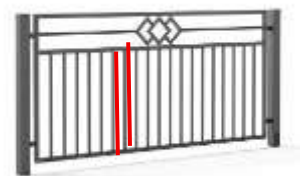
Selain itu, dalam perencanaan desain ornamen pagar digunakan berbagai jenis garis, seperti garis vertikal, horizontal, sejajar, dan tegak lurus. Penataan garis sejajar berfungsi menciptakan kesan simetris dan modern, sedangkan pertemuan garis vertikal dan horizontal membentuk sudut siku-siku (90°) yang menjaga ketegakan ornamen pagar. Hal ini sejalan dengan konsep geometri yang menyatakan bahwa dua garis dikatakan tegak lurus apabila berpotongan membentuk sudut 90° Farhan et al (2021). Ketepatan sudut tersebut umumnya diperiksa menggunakan alat bantu seperti penggaris siku atau busur derajat. Terkait macam-macam garis yang ada pada pagar dapat di lihat ppada Gambar (4,5,6).



Garis Veritakal



Garis Horizontal

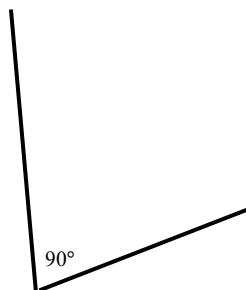


Garis Sejajar

Gambar 4 Ilustrasi Hubungan Garis pada Pagar



Gambar 5. Pagar besi minimalis membentuk Garis Tegak Lurus



Gambar 6 Ilustrasi Pagar besi minimalis membentuk Garis Tegak Lurus

Temuan penerapan konsep persegi panjang, kongruensi, sudut siku-siku, belah ketupat, serta hubungan garis dan sudut pada tahap perencanaan pembuatan pagar besi minimalis berkaitan langsung dengan materi geometri pada jenjang SMP. Konteks rangka dan ornamen pagar dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual untuk membantu siswa memahami sifat-sifat bangun datar, membedakan persegi panjang

dengan jajargenjang, serta memahami konsep kekongruenan, kesebangunan, dan hubungan garis sejajar serta tegak lurus melalui situasi nyata. Dengan demikian, proses perencanaan pagar besi minimalis berpotensi menjadi alternatif sumber belajar kontekstual yang mendukung pemahaman konsep geometri secara lebih bermakna.

3.1.2 *Teorema Pythagoras dalam Menentukan Sudut Siku-siku*

Tukang juga mempraktikkan teknik “60-80-100” untuk memeriksa sudut siku-siku secara manual. Teknik ini merujuk langsung pada Teorema Pythagoras, dimana tiga bilangan (a, b, c) disebut tripel Pythagoras jika kuadrat bilangan terbesar sama dengan jumlah kuadrat dua bilangan lainnya (Purboyo et al., 2023). Dalam praktiknya, tukang mengukur dua sisi tegak lurus dengan panjang 60 cm dan 80 cm. Apabila panjang diagonal yang terbentuk mencapai 100 cm, maka sudut tersebut dianggap sebagai sudut siku-siku.

Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan Teorema Pythagoras dilakukan secara intuitif dan praktis tanpa menggunakan perhitungan formal. Penggunaan teknik 60–80–100 sebagai cara memastikan sudut 90° juga ditemukan dalam penelitian Setia et al (2025) pada aktivitas membangun rumah sederhana serta Lainawa et al (2024) pada aktivitas tukang kayu dalam pembuatan rumah. Hal ini mengindikasikan bahwa teknik tersebut merupakan pengetahuan matematis praktis yang umum digunakan dalam konteks pekerjaan konstruksi.

Penerapan teknik 60–80–100 dalam tahap perencanaan pembuatan pagar besi minimalis dapat dimanfaatkan sebagai konteks pembelajaran Teorema Pythagoras pada jenjang SMP. Konteks ini membantu siswa memahami fungsi Teorema Pythagoras secara konkret, khususnya dalam menentukan sudut siku-siku pada permasalahan nyata, sehingga pembelajaran tidak hanya bersifat prosedural, tetapi juga bermakna.

3.1.3 *Konsep Pengukuran dan Konversi Satuan*

Setelah model pagar ditentukan, tukang melakukan pengukuran langsung di lokasi pemasangan menggunakan meteran dengan satuan meter. Tahap ini menunjukkan penerapan konsep pengukuran panjang dalam sistem satuan internasional (SI). Hasil pengukuran kemudian dikonversi ke satuan sentimeter atau milimeter agar perhitungan bahan lebih rinci dan presisi. Misalnya, panjang 2 meter dikonversi menjadi 200 sentimeter (2×100 cm). Konversi satuan ini penting karena sebagian besar bahan pagar diukur dalam satuan yang lebih kecil.

Selanjutnya, tukang membuat sketsa sederhana sebagai penyesuaian desain dengan kondisi lapangan. Meskipun tidak mengikuti standar gambar teknik formal, sketsa tersebut telah memuat unsur matematika seperti bangun datar persegi dan persegi panjang, ukuran proporsional, serta pola jarak antar batang besi. Sketsa ini berfungsi sebagai acuan visual sekaligus dasar perhitungan jumlah material yang dibutuhkan.

Temuan penerapan konsep pengukuran dan konversi satuan ini berkaitan langsung dengan materi pengukuran pada jenjang SMP. Konteks pengukuran pagar besi minimalis dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual untuk membantu siswa memahami hubungan antar satuan panjang serta pentingnya ketelitian dalam pengukuran pada permasalahan nyata. Dengan demikian, aktivitas pengukuran dalam perencanaan pagar besi minimalis berpotensi mendukung pembelajaran matematika yang lebih bermakna dan aplikatif.

3.1.4 *Konsep Keliling, Pembagian, dan Pembulatan dalam Perhitungan Material*

Tahap perencanaan diakhiri dengan proses perhitungan kebutuhan material. Setelah sketsa dan ukuran lapangan diperoleh, tukang mulai menghitung jumlah batang besi yang dibutuhkan untuk membuat rangka dan jeruji pagar. Pada bagian rangka, total panjang besi ditentukan dengan menjumlahkan seluruh sisi pagar. Cara yang digunakan tukang, seperti $(p + l) + (p + l)$ atau $4 \times$ sisi pada pagar berbentuk persegi., menunjukkan penerapan konsep keliling dalam geometri, meskipun tidak dinyatakan secara formal. Hal ini sejalan dengan konsep keliling persegi panjang dalam matematika (Hari, 2019). berikut pembuktiannya:

$$K = (p + l) + (p + l)$$

$$K = p + l + p + l$$

$$K = 2p + 2l$$

$$K = 2(p + l)$$

Perhitungan selanjutnya dilakukan pada bagian jeruji pagar. Tukang membagi panjang pagar berdasarkan jarak antar jeruji dan lebar besi hollow. Metode yang dilakukan tukang di lapangan lebih praktis karena hanya berfokus pada jumlah material, tetapi hal ini dapat membuat jarak antar besi tidak sama. Namun, konsep matematika yang diterapkan di sini cukup jelas, yaitu pembagian panjang pagar dan penyesuaian dengan ukuran jeruji.

Selain itu, terdapat metode yang lebih sistematis untuk menghitung jarak antar jeruji agar hasilnya lebih rapi dan konsisten seperti yang di jelaskan dalam Channel Youtube Besi (2022). Panjang pagar dikurangi terlebih dahulu dengan total lebar seluruh jeruji, kemudian dibagi dengan jumlah ruang kosong di antara jeruji. Langkah ini menunjukkan penerapan operasi aritmetika dasar seperti pengurangan, pembagian, dan perkalian dalam satu rangkaian perhitungan. Dalam perhitungan jarak antar jeruji, bisa langsung dimasukkan ke dalam rumus, sehingga jarak antar jeruji dapat dihitung dengan satu formula ringkas.

$$s = \frac{L - (n \times a)}{n + 1} \quad (1)$$

Keterangan:

- s = jarak antar jeruji
- L = panjang pagar
- a = lebar jeruji
- n = jumlah jeruji

Perhitungan ini dilakukan dengan cara mengurangi panjang keseluruhan pagar (L) dengan total lebar seluruh jeruji ($n \times a$), kemudian hasilnya dibagi dengan jumlah ruang kosong ($n + 1$). Langkah tersebut membuat proses perhitungan lebih sederhana serta menghasilkan jarak antar jeruji yang konsisten.

Selain itu, dalam menentukan jumlah batang besi, tukang menerapkan strategi pembulatan ke atas. Setiap hasil perhitungan jumlah material selalu dibulatkan ke bilangan bulat terdekat yang lebih besar, meskipun kelebihananya kecil. Misalnya, jika dari perhitungan diperoleh kebutuhan sebanyak 6,2 batang, maka tukang tetap akan menyiapkan 7 batang. Cara ini berbeda dengan aturan pembulatan formal dalam matematika, di mana angka desimal ≥ 5 dibulatkan ke atas dan < 5 dibulatkan ke bawah, aproksimasi adalah pembulatan pengukuran panjang dan berat ke satuan terdekat (Melisa et al., 2021). Namun, dalam konteks pekerjaan bengkel, pembulatan ke atas dianggap jauh lebih aman dan praktis. Dengan cara ini, proses produksi tidak akan terganggu oleh kekurangan bahan, sedangkan sisa besi yang ada masih dapat dimanfaatkan untuk pekerjaan lainnya. Strategi sederhana ini menunjukkan bagaimana konsep pembulatan matematika diterapkan secara adaptif sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

Temuan penerapan konsep keliling, pembagian, dan pembulatan ini berkaitan langsung dengan materi geometri dan bilangan pada jenjang SMP. Konteks perhitungan material pagar besi minimalis dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual untuk membantu siswa memahami konsep keliling bangun datar, pembagian dalam konteks nyata, serta perbedaan antara pembulatan matematis dan pembulatan praktis. Dengan demikian, aktivitas perhitungan material dalam pembuatan pagar besi minimalis berpotensi mendukung pembelajaran matematika yang lebih bermakna dan aplikatif.

3.2 Konsep Matematika pada Tahap Pemotongan Pembuatan Pagar Besi Minimalis

Tahap pemotongan merupakan proses penting dalam pembuatan pagar besi minimalis. Setelah tahap perencanaan selesai, tukang menyiapkan batang besi dengan terlebih dahulu melakukan pengukuran dan penandaan. Meteran digunakan untuk menentukan panjang besi, sedangkan penggaris siku memastikan garis potong lurus dan membentuk sudut siku-siku. Garis potong diberi tanda menggunakan spidol atau kapur agar jelas saat pemotongan. Praktik ini menunjukkan penerapan konsep geometri dasar, khususnya garis lurus dan sudut 90° , serta pentingnya pengukuran panjang yang presisi dalam proses pemotongan bahan.

3.2.1 Konsep Pengukuran, Konversi Satuan, dan Aproksimasi.

Dalam proses pengukuran, tukang lebih sering menggunakan satuan milimeter karena memberikan tingkat ketelitian yang lebih tinggi, terutama untuk komponen pagar berukuran kecil. Jika pengukuran awal dilakukan dalam meter, ukuran tersebut dikonversi ke sentimeter atau milimeter, misalnya 2 meter menjadi 2000 mm. Dalam teori sistem satuan SI, 1 meter = 100 cm = 1000 mm.

Selain ketelitian, tukang juga menerapkan konsep aproksimasi dan toleransi ukuran. Dalam praktik, selisih kecil masih dapat diterima, umumnya berkisar antara $\pm 0,5$ mm hingga ± 3 mm, tergantung bagian pagar yang dikerjakan. Misalnya, ukuran nominal 1000 mm dengan toleransi ± 2 mm masih dianggap layak jika berada pada rentang 998–1002 mm. Penerapan toleransi ini sejalan dengan konsep kesalahan pengukuran dalam matematika, yang meliputi error absolut dan error relatif, yaitu selisih antara ukuran sebenarnya dan hasil pengukuran (Muflikhun et al, 2022).

3.2.2 Konsep Pembagian Sudut dan Segitiga

Dalam praktik pembuatan rangka pagar besi minimalis, tukang las membentuk sudut 45° dengan memanfaatkan penggaris siku yang pada umumnya digunakan untuk membentuk sudut 90° . Hal ini dapat dilihat pada Gambar (7 dan 8). Sudut 45° diperoleh dengan mengambil arah diagonal atau garis tengah sudut siku-siku sebagai acuan. Setelah sudut ditandai pada ujung besi hollow, proses pemotongan dilakukan mengikuti garis tersebut menggunakan mesin *cutting wheel* atau gerinda tangan.

Praktik tersebut menunjukkan penerapan konsep pembagian sudut dalam geometri, yaitu sudut siku-siku (90°) dibagi dua sama besar sehingga menghasilkan masing-masing sudut 45° (Syam, 2025). Hal ini dapat dilakukan dengan jangka dan penggaris menggunakan teknik angle bisector. Dalam teori bisektor sudut menurut (Tohir, 2017), jika sebuah garis membagi sudut menjadi dua bagian sama besar, maka setiap bagian memiliki ukuran setengah dari sudut asal.

$$\angle AOB + \angle BOC = 90^\circ$$

karena dibagi dua bagian sama besar, maka:

$$\angle AOB = \angle BOC = \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ$$



Gambar 7 Proses Pembagian sudut membentuk sudut 45°



Gambar 8 Hasil Pembagian sudut membentuk sudut 45°

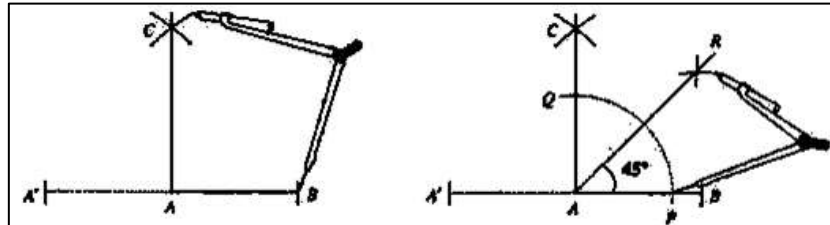
Penerapan konsep pembagian sudut ini dilakukan secara intuitif oleh tukang las berdasarkan pengalaman kerja, tanpa menggunakan prosedur matematis formal. Namun demikian, konteks ini relevan dengan materi geometri SMP, khususnya pembahasan tentang pembagian sudut, bisektor sudut, dan segitiga siku-siku. Oleh karena itu, praktik pemotongan besi pada pembuatan pagar besi minimalis dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual untuk membantu siswa memahami konsep sudut secara lebih konkret dan bermakna.

Dalam praktik di lapangan, sudut 45° diperoleh dengan cara memotong besi hollow secara diagonal. Secara visual, pemotongan diagonal pada hollow membentuk segitiga siku-siku sama kaki. Misalnya, pada besi hollow berukuran $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$, panjang alas dan tinggi segitiga yang terbentuk memiliki ukuran yang sama. Secara matematis, kondisi ini menghasilkan sudut 45° . Hal ini dapat dijelaskan melalui konsep trigonometri pada segitiga siku-siku sama kaki, di mana berlaku:

$$\tan \theta = \frac{\text{alas}}{\text{tinggi}} = \frac{5}{5} = 1$$

Berdasarkan tabel trigonometri, nilai $\tan \theta = 1$ hanya terjadi pada sudut $\theta = 45^\circ$. Dengan demikian, sudut 45° yang dihasilkan bukan sekadar perkiraan visual, melainkan merupakan konsekuensi matematis dari proporsi segitiga yang alas dan tingginya sama panjang.

Selain melalui pendekatan trigonometri, pembentukan sudut 45° juga dapat dijelaskan melalui konsep pelukisan sudut dalam geometri, sudut 90° dapat dibagi menjadi dua bagian sama besar sehingga menghasilkan sudut 45° melalui teknik *angle bisector*. Prinsip ini menunjukkan bahwa pemotongan 45° yang dilakukan tukang las selaras dengan kaidah geometri.



Gambar 9 Ilustrasi Pembagian sudut membentuk sudut 45° menggunakan teknik Pelukisan Sudut

Selain sudut standar, penentuan sudut non-standar juga sering muncul dalam proses pembuatan pagar besi minimalis, terutama pada desain dekoratif seperti pola belah ketupat atau railing tangga. Tukang las dapat menghasilkan sudut-sudut khusus seperti $22,5^\circ$, 30° , dan 60° sesuai kebutuhan desain. Salah satu teknik yang digunakan adalah membagi sudut 45° menjadi dua bagian sama besar untuk memperoleh sudut $22,5^\circ$. Meskipun tukang tidak menggunakan istilah “bisektor sudut”, praktik ini sesuai dengan konsep garis bagi sudut (*angle bisector*), yaitu garis yang membagi suatu sudut menjadi dua bagian yang sama besar (Izzati & Nugraha 2025). Secara matematis, jika diketahui sudut awal α , maka setiap sudut baru hasil pembagiannya adalah:

$$a_1 = a_2 = \frac{\alpha}{2} = \frac{45^\circ}{2} = 22,5^\circ$$



Gambar 10 Pembagian sudut membentuk sudut $22,5^\circ$

Cara ini tidak hanya muncul di bengkel, tetapi juga dikenal dalam **teori** pelukisan sudut dalam geometri.

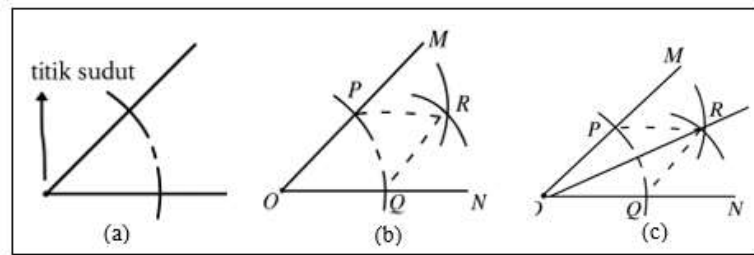
Penentuan sudut juga sangat penting pada pembuatan railing tangga, yang memiliki kemiringan tertentu demi alasan keamanan dan estetika. Tukang memanfaatkan kombinasi alat tradisional seperti jangka, mal segitiga triplek, waterpass, dan benang, serta alat modern seperti protractor digital. Penggunaan jangka secara tidak langsung membentuk segitiga sama kaki, karena kedua kaki jangka memiliki panjang yang sama sehingga menghasilkan dua sudut alas kongruen. Sudut puncak yang terbentuk bergantung pada lebar bukaan jangka. Ketika tukang membuka jangka dengan dua kaki yang sama panjang untuk menentukan sudut awal, mereka sebenarnya sedang membentuk segitiga sama kaki. Dalam geometri, segitiga sama kaki memiliki dua sisi sama panjang dengan dua sudut alas yang kongruen (sama besar). Secara teori bisa dihitung dengan aturan kosinus (karena kita tahu dua sisi sama panjang dan alasnya), rumus ini disusun untuk mencari sudut puncak:

$$\cos(\theta) = \frac{2r^2 - d^2}{2r^2}$$

Rumus tersebut diperoleh dari aturan cosinus menurut Khoirudin & Putra (2020):

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos(\theta)$$

Jika $a = b = r$ (segitiga sama kaki), maka:



Gambar 11. Ilustrasi Pembagian Sudut 45° membentuk sudut $22,5^\circ$ menggunakan teknik melukis sudut

$$d^2 = r^2 + r^2 - 2r^2 \cos(\theta)$$

$$\text{disederhanakan menjadi}$$

$$\cos(\theta) = \frac{2r^2 - d^2}{2r^2}$$

Contoh ilustrasi:

Jika jangka dibuka dengan kaki sepanjang 10 cm dan alas terbentuk 7,5 cm, maka secara matematis:

$$\cos(\theta) = \frac{2(10)^2 - (7,5)^2}{2(10)^2}$$

$$\cos(\theta) = \frac{200 - 56,25}{200}$$

$$\cos(\theta) = \frac{143,75}{200} = 0,71875$$

$$\theta = \cos^{-1}(0,71875)$$

$$\theta = 44,2^\circ$$

Hasil ini menunjukkan bahwa besarnya sudut puncak tergantung pada seberapa lebar jangka dibuka, dan bukan hasil kebetulan.

Sementara itu, penggunaan mal segitiga triplek menunjukkan penerapan konsep kesebangunan segitiga. Tukang biasanya membuat satu mal sudut pertama, lalu menggunakannya sebagai cetakan untuk memotong batang besi lainnya dengan sudut yang identik. Dalam geometri, Menurut Tim Ganesha Operation (2017) dua bangun dikatakan sebangun jika Sudut-sudut yang bersesuaian kongruen (sama besar), dan Panjang sisi-sisi yang bersesuaian memiliki rasio yang sama. Dengan demikian, setiap potongan railing akan memiliki kemiringan yang sama, menjaga keseragaman bentuk di seluruh bagian pagar. Jika mal pertama membentuk segitiga dengan sudut α , maka setiap penyalinan akan menghasilkan sudut $\alpha' = \alpha$ karena semua potongan mempertahankan proporsi yang sama. Dengan kata lain:

$$\triangle ABC \sim \triangle DEF \rightarrow \angle A = \angle D, \angle B = \angle E, \angle C = \angle F.$$

Melalui keseluruhan proses ini, terlihat jelas bahwa aktivitas pemotongan pagar besi minimalis tidak sekadar kegiatan teknis, tetapi juga sarat dengan penerapan konsep-konsep matematika, mulai dari konversi satuan, aproksimasi dan toleransi, pembagian sudut, segitiga siku-siku sama kaki, trigonometri, hingga kesebangunan. Tukang las mungkin tidak menyebut istilah-istilah tersebut secara formal, namun secara praktik mereka telah mengintegrasikan prinsip-prinsip matematika ke dalam pekerjaan sehari-hari mereka.

Temuan penerapan konsep pembagian sudut dan segitiga pada proses pemotongan pagar besi minimalis memiliki keterkaitan langsung dengan pembelajaran matematika di jenjang SMP. Konsep pembagian sudut, sudut 45° , sudut siku-siku, serta segitiga siku-siku dan segitiga sama kaki merupakan bagian dari materi geometri yang diajarkan pada kelas VII dan VIII SMP.

Aktivitas pemotongan besi secara diagonal dapat dijadikan sebagai konteks pembelajaran untuk mengenalkan konsep bisektor sudut, di mana sudut 90° dibagi menjadi dua sudut yang sama besar. Selain itu, bentuk segitiga siku-siku sama kaki yang terbentuk dari pemotongan hollow dapat digunakan untuk membantu siswa memahami hubungan antar sisi dan sudut secara visual sebelum masuk pada pembuktian formal atau penggunaan trigonometri.

Konteks ini juga relevan untuk pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*), di mana siswa diajak menganalisis bagaimana sudut tertentu dapat diperoleh tanpa alat ukur sudut formal. Dengan mengaitkan materi geometri dengan aktivitas nyata pembuatan pagar besi, siswa diharapkan mampu

memahami bahwa konsep sudut dan segitiga tidak hanya bersifat abstrak, tetapi juga digunakan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna.

3.3 Konsep Matematika pada Tahap Penyambungan Pagar Besi Minimalis

Tahap penyambungan merupakan salah satu bagian penting dalam proses pembuatan pagar besi minimalis, karena pada tahap inilah rangka pagar mulai dibentuk secara utuh. Dalam proses penyambungan rangka pagar besi minimalis, ketelitian dalam membentuk sudut menjadi kunci utama agar rangka berdiri kokoh dan presisi. Tahapan ini bukan sekadar menyatukan batang-batang besi, tetapi juga melibatkan penerapan berbagai konsep geometri secara nyata, meskipun para tukang tidak selalu menyebutkannya dengan istilah formal.

3.2.1 Konsep Tegak Lurus

Pada tahap penyambungan rangka pagar besi minimalis, tukang las menerapkan konsep tegak lurus untuk memastikan posisi rangka tetap presisi dan tidak miring. Untuk keperluan ini, tukang menggunakan penggaris siku dan waterpass sebagai alat bantu utama dalam memeriksa kesikuan sambungan. Alat-alat tersebut digunakan untuk memastikan bahwa sudut yang terbentuk pada pertemuan dua batang besi benar-benar membentuk sudut 90° .

Dalam kajian geometri, dua garis dikatakan tegak lurus apabila berpotongan dan membentuk sudut siku-siku sebesar 90 (Adini, 2024). Secara notasi matematis, jika garis A tegak lurus dengan garis B, maka dituliskan $A \perp B$, dengan sudut perpotongan $\angle ABC = 90^\circ$. Prinsip ini tercermin secara langsung dalam praktik tukang las saat menyambungkan rangka pagar agar berdiri tegak dan simetris.

Penggunaan waterpass memperkuat penerapan konsep ini dalam konteks ruang tiga dimensi. Waterpass berfungsi untuk memastikan bahwa satu batang besi berada pada posisi horizontal, sedangkan batang lainnya berada pada posisi vertikal. Dalam geometri dasar, garis horizontal sejajar dengan bidang datar, sedangkan garis vertikal tegak lurus terhadap bidang tersebut. Dengan demikian, ketika tukang menempelkan waterpass pada rangka pagar, mereka sebenarnya sedang memverifikasi hubungan tegak lurus antara garis vertikal dan horizontal dalam ruang, meskipun tanpa menyebutkan istilah matematis secara formal.

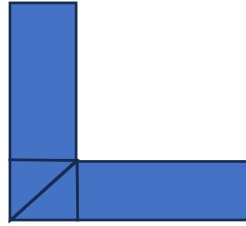
Penerapan konsep tegak lurus pada tahap penyambungan pagar besi minimalis berkaitan langsung dengan materi hubungan antar garis dan sudut pada jenjang SMP. Konteks ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual untuk membantu siswa memahami konsep garis vertikal, horizontal, dan tegak lurus secara konkret. Melalui contoh nyata dari proses penyambungan pagar, siswa dapat melihat bahwa ketepatan sudut 90° memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan suatu bangun, sehingga pemahaman konsep geometri tidak hanya bersifat abstrak, tetapi juga aplikatif dan bermakna.

3.2.2 Konsep Penjumlahan Sudut dan Segitiga Siku-siku Sama Kaki

Salah satu teknik umum adalah memotong kedua ujung batang dengan sudut 45° , kemudian menyatukannya hingga membentuk sudut 90° . Meskipun tampak sederhana, cara ini sebenarnya menerapkan konsep penjumlahan sudut dalam satu bidang datar. Saat kedua potongan tersebut disatukan, terbentuklah sambungan siku-siku (90°). Konsep ini sesuai dengan teori penjumlahan sudut (ukuran $\angle 45^\circ + \text{ukuran } \angle 45^\circ = \angle 90^\circ$), sebagaimana dijelaskan dalam teori Euclid. Tukang biasanya tidak menyebut istilah “penjumlahan sudut”, tetapi secara intuitif mereka memahami bahwa dua potongan miring akan menghasilkan sambungan yang lurus dan presisi.



Gambar 12 Penjumlahan Sudut membentuk sudut 90°

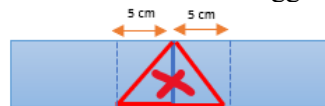


Gambar 13 Ilustrasi Penjumlahan Sudut membentuk sudut 90°

Selain itu, terdapat teknik lain yang cukup menarik, yakni pembentukan sudut dengan satu batang besi hollow. Dalam teknik ini, tukang tidak menyambungkan dua batang terpisah, melainkan memotong kedua sisi hollow secara diagonal kemudian melipat besi hingga membentuk sudut 90° . Potongan diagonal ini biasanya ditarik dari titik dengan jarak yang sama di sisi kiri dan kanan, misalnya 5 cm sehingga terbentuk dua segitiga siku-siku sama kaki di kedua sisi. Secara teoritis, bentuk ini sesuai dengan konsep segitiga 45° - 45° - 90° , di mana kedua kaki memiliki panjang sama dan sudut alasnya 45° . Ketika kedua sisi tersebut dibengkokkan, dua sudut 45° akan bertemu di tengah dan membentuk sudut siku-siku sempurna. Membuat segitiga tersebut menjadi segitiga siku-siku sama kaki, yang berarti segitiga yang kedua sisinya sama panjang dan salah satu sudutnya merupakan sudut siku-siku (Shafa, 2014).



Gambar 14. Pembentukan sudut siku menggunakan 1 besi hollow



Gambar 15. Ilustrasi Pembentukan sudut siku menggunakan 1 besi hollow



Gambar 16. Ilustrasi hasil Pembentukan sudut siku menggunakan 1 besi hollow

Penerapan konsep penjumlahan sudut dan segitiga siku-siku sama kaki pada tahap penyambungan pagar besi minimalis berkaitan langsung dengan materi geometri pada jenjang SMP, khususnya pembahasan tentang hubungan sudut dan jenis-jenis segitiga. Konteks ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual untuk membantu siswa memahami bahwa sudut siku-siku dapat dibentuk dari penjumlahan dua sudut 45° , serta mengenali sifat segitiga siku-siku sama kaki dalam situasi nyata.

3.2.3 Konsep Pelukisan Sudut membentuk Sudut 90°

Sebagai pembanding, peneliti menemukan metode alternatif yang dilakukan oleh (diabloo, n.d.) terdapat metode yang serupa yaitu dengan pelukisan sudut pada pembentukan sudut 90° menggunakan tali dan spidol. Tukang melukis sudut dengan cara mengikat tali pada titik pusat lalu menarik busur lingkaran di permukaan hollow. Dari busur tersebut, mereka menarik garis bantu untuk menghasilkan sudut tertentu, Seperti 90° . Secara teori, ini merepresentasikan definisi lingkaran: himpunan titik yang berjarak sama dari pusat. Selain itu, proses membagi busur untuk memperoleh sudut tertentu adalah penerapan konsep bisektor sudut. Praktik ini bahkan selaras dengan Teorema Thales, yang menyatakan bahwa sudut yang dibentuk oleh diameter lingkaran adalah 90° (Wassell & Reynolds, 2022).

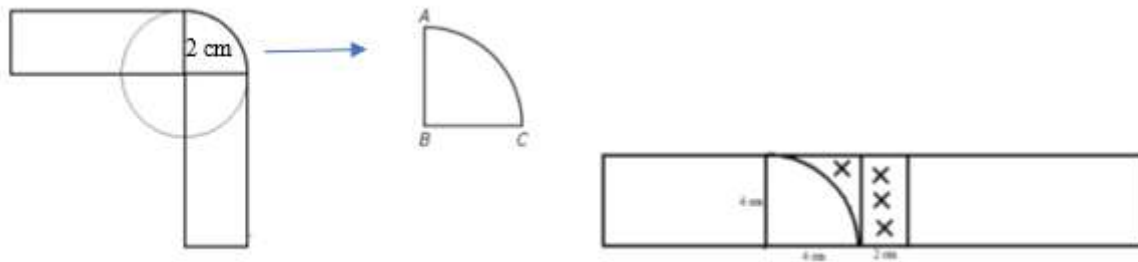
Pembentukan sudut siku-siku juga mempunyai variasi lain, seperti yang di jelaskan oleh (Husna, n.d.) dalam videonya menjelaskan bahwa lengkungan ini merupakan busur lingkaran, yaitu bagian dari lingkaran dengan jari-jari tertentu. Dalam praktiknya, jari-jari busur biasanya diambil dari setengah lebar besi hollow. Lengkungan yang dibentuk pada bagian luar sudut merupakan bagian dari busur lingkaran dengan jari-jari setengah lebar hollow. Misalnya, jika hollow berukuran 4 cm, maka jari-jari lengkungnya sekitar 2 cm. Dalam

geometri, busur ini merupakan seperempat lingkaran karena sudut pusatnya 90° . Teknik ini menunjukkan keterhubungan langsung antara praktik tukang dan konsep busur lingkaran dalam geometri.

Penerapan konsep pelukisan sudut dalam pembentukan sudut siku-siku pada tahap penyambungan pagar besi minimalis berkaitan dengan materi geometri SMP, khususnya pelukisan sudut, lingkaran, busur lingkaran, dan sudut pusat. Konteks ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual untuk membantu siswa memahami bahwa sudut 90° dapat dibentuk melalui konstruksi geometris, tidak hanya melalui pengukuran menggunakan busur derajat.



Gambar 19. Pembentukan sudut siku bending menggunakan 1 besi



Gambar 20. Ilustrasi Bentuk sudut siku bending menggunakan 1 besi

4. KESIMPULAN DAM SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses pembuatan pagar besi minimalis secara intuitif telah melibatkan penerapan berbagai konsep matematika, khususnya konsep geometri dan bilangan, meskipun tidak selalu disadari oleh tukang las sebagai konsep formal. Pada tahap perencanaan, konsep bilangan tampak pada perhitungan jumlah material, jarak antar jeruji, konversi satuan, serta pembulatan ukuran bahan. Tahap pemotongan memperlihatkan penerapan konsep geometri melalui sudut siku-siku, pembagian sudut, dan sudut 45° , serta konsep bilangan melalui toleransi dan aproksimasi ukuran. Sementara itu, pada tahap penyambungan, konsep geometri seperti garis tegak lurus, penjumlahan sudut, segitiga siku-siku sama kaki, kesebangunan, dan busur lingkaran digunakan untuk membentuk sambungan yang presisi dan proporsional.

Temuan ini menegaskan bahwa aktivitas kerja di bengkel las merupakan bentuk penerapan matematika kontekstual dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks pendidikan matematika, khususnya pada jenjang SMP, hasil penelitian ini berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual untuk membantu siswa memahami konsep geometri dan bilangan secara lebih konkret dan bermakna. Konteks pembuatan pagar besi minimalis dapat digunakan untuk mengaitkan materi bangun datar, hubungan sudut dan garis, Teorema Pythagoras, serta pengukuran dan pembulatan dengan situasi nyata yang dekat dengan kehidupan siswa. Dengan demikian, integrasi konteks kerja tukang las dalam pembelajaran matematika diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa serta memperkuat keterkaitan antara matematika sekolah dan penerapannya di luar kelas..

DAFTAR PUSTAKA

- Adini, S. A. (2024). *Matematika SMP Kelas 8: Fase D semester II*. Addin Publishing. https://books.google.co.id/books?id=4c4jEQAAQBAJ&newbks=1&newbks_redir=0&dq=tegak+lurus+90+derajat%3B+matematika&source=gbs_navlinks_s
- Besi, P. (2022). *Menghitung Cepat Jari-jari Pagar Besi Untuk Tukang Las Pemula*. YouTube. <https://youtu.be/EoRY1B8UYkw?si=SyEWNbP3X59CP8oU>
- diabloo. (n.d.). *Trik membentuk sudut siku*. Facebook.Com.
- Djumanta, W. (2005). *Mari Memahami Konsep Matematika untuk Kelas VII Sekolah Menengah Pertama* (T. Fayeldi (ed.)). PT Grafindo Media Pratama. https://books.google.co.id/books?id=zNjd5yb1Rq8C&newbks=1&newbks_redir=0&dq=definisi+persegi+panjang&source=gbs_navlinks_s
- Farhan, M., Apriyanto, M. T., & Hakim, A. R. (2021). Etnomatematika: Eksplorasi Uma Lengge Untuk Pembelajaran Matematika Di Sekolah. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 98–106. <https://doi.org/10.31316/j.derivat.v8i2.1965>
- Fuat, Rohibni, & Rayungsari, M. (2024). *Unraveling trends in temple ethnomathematics research and the evolution of the mathematical landscape Mengurai tren dalam penelitian etnomatematika candi dan evolusi lanskap matematika*. 07(1), 1–17. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v5i1.19373>
- Hari, B. S. (2019). *MENGENAL BANGUN DATAR*. Penerbit Duta, 2019. https://books.google.co.id/books?id=fnmtDwAAQBAJ&newbks=1&newbks_redir=0&dq=sifat+persegi+panjang&source=gbs_navlinks_s
- Hidayatus, O., Sholikhah, & Pradana, L. N. (2018). *GEOMETRI UNTUK PENDIDIKAN DASAR*. Cv. Ae Media Grafika. https://books.google.co.id/books?id=5n-WDwAAQBAJ&newbks=1&newbks_redir=0&dq=geometri+euclid%3B+teorema&source=gbs_navlinks_s
- Husna, U. (n.d.). *cara menekuk besi hollow*. Facebook.Com. <https://www.facebook.com/share/r/19n9ttNPKq/>
- Izzati, Nu., & Nugraha, A. E. (2025). *Mahir Geometri Bidang Datar Menggunakan Geogebra*. CV. Zenius Publisher. https://www.google.co.id/books/edition/Mahir_Geometri_Bidang_Datar_Menggunakan/KRydEQAAQBAJ?hl=en&gbpv=1
- Khoirudin, I., & Putra, R. W. Y. (2020). Kumpulan 60 Soal & Pembahasan Trigonometri. In *Gastronomia ecuatoriana y turismo local*. (Vol. 1, Issue 69).
- Lainawa, M. R., Hasbi, M., Lefrida, R., & Rizal, M. (2024). Kajian Penggunaan Matematika Pada Aktivitas Tukang Kayu Dan Tukang Batu Dalam Proses Pembangunan Rumah. *Jurnal Elektronik Pendidikan Matematika Tadulako*, 12(1), 17–28.
- Masyitah, Fajriah, N., & Sari, A. (2024). *Eksplorasi etnomatematika konsep geometri pada masjid keramat banua halat kabupaten tapin*. 11(2), 73–82.
- Melisa, Fajar, Sri, Evi, & Andi. (2021). *BUKU AJAR MATEMATIKA SD KELAS TINGGI*. GUEPEDIA. https://books.google.co.id/books?id=lcFLEAAQBAJ&newbks=1&newbks_redir=0&dq=aproksimasi%3B+matematika&source=gbs_navlinks_s
- Muflikhun, M. A., Arifvianto, B., Mahardika, M., & Salim, U. A. (2022). *Metrologi Dalam Industri Manufaktur*. UGM PRESS. https://books.google.co.id/books?id=H3d8EAAQBAJ&hl=id&source=gbs_navlinks_s
- Purboyo, Irwan, Priyono, B., Perdana, F. W., Yulianto, A., & Miran. (2023). *Buku Ajar Matematika Terapan*. PT. Nas Media Indonesia. https://books.google.co.id/books?id=jCGrEAAQBAJ&newbks=1&newbks_redir=0&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Setia, G., Yulianto, E., & Madawistama, S. T. (2025). *Etnomatematika Pengetahuan Konseptual Ahli Bangunan pada Proses Membangun Rumah Sederhana*. 5(June), 823–837.
- Shafa, A. (2014). *Buku Saku (Strategi Ampuh Kuasai) Rumus Matematika SMP Kelas VII, VIII, IX*. Media Pressindo,. https://books.google.co.id/books?id=rW7KEAAQBAJ&newbks=1&newbks_redir=0&dq=Segitiga+si+ku-siku+sama+kaki&source=gbs_navlinks_s

- Syam, H. (2025). *GEOMETRI DASAR Konsep Bangun Datar dan Ruang* (Fatqurhohman (ed.)). CV. IHSAN CAHAYA PUSTAKA.
https://books.google.co.id/books?id=5mZ5EQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Tim Ganesha Operation. (2017). *Pasti Bisa Matematika Untuk SMP/MTs Kelas IX* (S. Purnayenti (ed.)). Penerbit Duta.
- Tohir, M. (2017). *Modul Garis dan Sudut. January*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35909.35048>
- Wahyuni, I., & Safitri, R. N. (2023). Eksplorasi Etnomatematika pada Masjid Al-Husna Pondok Dalem Semboro ditinjau dari Segi Geometri Ethnomathematics Exploration at Al-Husna Mosque Pondok Dalem Semboro in terms of Geometry. *Jurnal Axioma: Jurnal Matematika Dan Pembelajaran*, 8(1), 37–50.
- Wassell, S. R., & Reynolds, M. A. (2022). *Thales ' Theorem , Pythagorean Triples , and Geometric Art*. 253–260.