

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Matematika sebagai salah satu mata pelajaran yang diajarkan mulai dari jenjang pendidikan dasar hingga menengah atas memiliki peran penting dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). Hal ini karena matematika dianggap dapat membentuk siswa yang berkualitas melalui jalan berpikir yang logis, sistematis, dan dipandang mampu mengembangkan potensi dari siswa secara optimal (Haniyyah, Iskandar, & Rafianti, 2020). Sejalan dengan ungkapan Carl Friedrich Gauss (1963), seorang matematikawan yang mengungkapkan bahwa matematika dipandang sebagai “*Queen of Science*” atau ratunya dalam ilmu pengetahuan. Matematika berperan sebagai dasar bagi ilmu lainnya seperti fisika, ekonomi, teknik, dan komputer dengan tidak bergantung pada ilmu lain dalam perkembangannya (Halim, 2019). Hal ini karena matematika mempelajari angka, pola, struktur, juga hubungan antara besaran yang menjadikannya sebagai pondasi utama bagi disiplin ilmu lainnya.

Meskipun memiliki banyak manfaat dan peran yang sangat penting, matematika sering dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit oleh siswa. Hal ini dikarenakan banyak siswa yang kurang paham terhadap materi yang diajarkan dan banyaknya rumus yang harus dipelajari oleh siswa (Maharani, Lubis, Syahrani, Rafidah, & Mulianingtias, 2024). Rendahnya minat siswa terhadap matematika yaitu karena stigma negatif bahwa matematika adalah pelajaran yang sulit (Purbaningrum, Ramadhan, & Thauzahra, 2023). Oleh karena itu alasan tersebut mempengaruhi kemampuan dan sikap matematis yang seharusnya dikuasai oleh siswa.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000) memuat lima standar kemampuan proses yang harus dimiliki oleh siswa di sekolah untuk menyelesaikan persoalan yang berkaitan dengan matematika, yaitu *problem solving, reasoning and proof, communication, connection*, dan *representation*. Kemampuan komunikasi matematis menjadi satu kemampuan pada ranah

kognitif yang penting untuk dikuasai siswa. Kemampuan komunikasi matematis menurut Ansari (2016) merupakan kemampuan komunikasi siswa untuk dapat mengomunikasikan pendapat, ide, ataupun gagasan matematika secara lisan ataupun tulisan. Oleh karena itu komunikasi matematis merupakan suatu kemampuan yang harus dimiliki oleh siswa dalam melaksanakan pembelajaran matematika.

Kemampuan komunikasi matematis penting dikuasai oleh siswa. Seperti yang dinyatakan oleh Baroody (1993) bahwa kemampuan komunikasi matematis penting dalam pembelajaran matematika karena dua alasan. Alasan pertama yaitu "*mathematics is language*" yang berarti bahwa matematika juga merupakan bahasa yang digunakan untuk mengkomunikasikan ide atau gagasan dengan jelas, tepat, dan cermat. Melalui bahasa matematika dapat membantu untuk menemukan pola dalam penyelesaian masalah melalui berbagai ide dengan tepat. Alasan kedua, "*mathematics learning as social activity*", ini berarti bahwa dalam pembelajaran matematika terjadi aktivitas sosial di dalamnya yang berisi interaksi antar siswa maupun antara guru dengan siswa untuk dapat membimbing siswa dalam memahami konsep sampai menemukan solusi untuk memecahkan masalah.

Kemampuan komunikasi matematis siswa bisa menjadi tolak ukur dalam menilai sejauh mana pemahaman siswa terhadap matematika yang juga diharapkan membantu siswa untuk belajar dan terbiasa berpikir matematis, kritis, dan sistematis (Lubis et al., 2023). Dengan adanya komunikasi matematis yang baik maka siswa akan mudah untuk memahami materi yang diajarkan sehingga hasil pembelajaran akan maksimal. Rosita mengungkapkan bahwa komunikasi berkaitan dengan aktivitas kelas yang memungkinkan siswa dapat mengembangkan pemahaman yang lebih terkait pembelajaran matematika yang telah dipelajari (Rismen, Mardiyah, & Puspita, Analisis Kemampuan Penalaran dan Komunikasi Matematis Siswa, 2020). Dengan kata lain kemampuan komunikasi ini menandakan bahwa siswa sudah mahir dalam memahami dan dapat mengekspresikan matematika melalui komunikasi.

NCTM (2000) menegaskan bahwa “*Communication is an essential part of mathematics and mathematics education*”. Ini berarti kemampuan komunikasi matematis siswa bukan hanya sekadar indikator pemahaman siswa terhadap matematika, tetapi juga berperan penting dalam membiasakan siswa berpikir matematis, kritis, dan sistematis. Namun penelitian yang dilakukan oleh Widyowati & Warniasih. (2022) pada siswa SMP menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa masih berada pada kategori rendah hingga sedang. Hasil analisis deskriptif pada materi pola bilangan memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa belum mampu mengungkapkan ide matematisnya secara jelas, baik dalam bentuk tulisan maupun penjelasan langkah penyelesaian. Temuan tersebut memperkuat bahwa kemampuan komunikasi matematis pada jenjang SMP belum berkembang secara optimal, sehingga diperlukan model pembelajaran yang mampu mendorong siswa untuk lebih aktif mengomunikasikan pemikiran matematisnya (Widyowati et al., 2022). Kurangnya kemampuan komunikasi yang baik dapat menghambat pemahaman siswa dan mengurangi efektivitas pembelajaran, sehingga kemampuan komunikasi matematis siswa masih perlu ditingkatkan (Lubis, Meiliasari, & Rahayu, 2023).

Hodiyanto (2017) mengemukakan tiga indikator kemampuan komunikasi matematis. Indikator pertama yaitu kemampuan matematika tertulis (*writing*) yaitu menyampaikan ide atau penyelesaian dari suatu masalah atau gambar dengan menggunakan kata-kata sendiri. Komunikasi visual atau menggambar (*drawing*) yaitu mengilustrasikan ide atau solusi dari masalah matematika dalam bentuk visual dalam bentuk gambar, grafik, ataupun tabel. Dan ekspresi matematis (*mathematical expression*) yang merupakan cara menyatakan masalah atau kejadian sehari-hari menggunakan model bahasa matematika ke dalam bentuk simbol atau persamaan matematis. Berdasarkan ketiga indikator tersebut, diberikan tiga buah soal kepada siswa yang memuat ketiga indikator tersebut. Soal pertama mengacu pada indikator kemampuan menggambar, soal kedua merepresentasikan indikator menulis, dan soal ketiga memuat indikator ekspresi matematis

Di sebuah pabrik terdapat tumpukan kardus yang berjajar rapi. Tumpukan tersebut yaitu sebagai berikut:

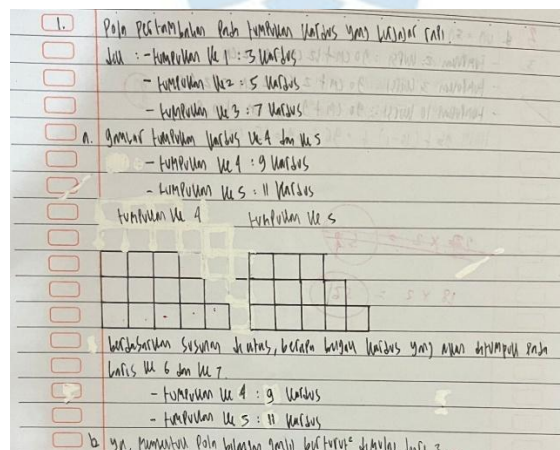
- Tumpukan ke-1 : tiga kardus
- Tumpukan ke-2 : lima kardus
- Tumpukan ke-3 : tujuh kardus

Dari susunan kardus tersebut,

- a. Gambarkan tumpukan kardus ke-4 dan ke-5 berdasarkan susunan di atas!
- b. Berapa masing-masing jumlah kardus yang ditumpukkan pada baris ke-4 dan jumlah kardus yang ditumpukkan pada baris ke-5?
- c. Setelah menentukan susunan dari setiap tumpukan kardus tersebut, apakah membentuk pola tertentu? Jika iya, jelaskan dengan kata-katamu sendiri bagaimana pola ini terbentuk!

Gambar 1. 1 Soal Studi Pendahuluan Nomor 1

Pada soal studi pendahuluan nomor 1 diberikan soal yang menstimulus siswa untuk menunjukkan indikator *drawing* (menggambar). Selain itu juga indikator *writing* (menulis) termuat pada soal untuk menjelaskan maksud dari gambar yang harus dijawab oleh siswa. Hal ini agar dapat menunjukkan bahwa siswa memahami betul jawaban dari gambar yang dijawabnya.



Gambar 1. 2 Jawaban Nomor 1 Studi Pendahuluan

Pada jawaban siswa nomor 1, terlihat bahwa siswa sudah memahami pola bilangan yang terbentuk dengan menuliskan jumlah tumpukan kardus pada pola selanjutnya (suku ke-4 dan ke-5) sesuai dengan apa yang ditanyakan. Tetapi dalam penerapan gambarnya pada soal bagian a, siswa belum dapat menyajikan gambar yang sesuai dengan jumlah kardus yang seharusnya yaitu “9 kardus dan

11 kardus”. Dalam jawaban siswa menggambar kardus dengan banyaknya “13 kardus” sehingga jawaban tersebut tidak tepat. Hal ini menunjukkan bahwa siswa masih belum mampu dalam merepresentasikan ide matematika dalam bentuk visual gambar walaupun siswa sudah memahami pola bilangan yang terbentuk.

Dari hasil penilaian indikator *drawing* diperoleh hasil maksimum skor 18 dan nilai minimum 5, dengan nilai rata-rata soal yang memuat indikator pertama yaitu 10,5 dari skor ideal 20. Dari 28 siswa yang mengikuti tes, 18 siswa mendapatkan nilai di bawah rata-rata. Ini berarti 64,3% siswa belum memenuhi indikator, sedangkan siswa yang memperoleh nilai di atas rata-rata hanya 35,7% yaitu sebanyak 10 siswa. Dari hasil ini diperoleh bahwa indikator *drawing* pada kemampuan komunikasi matematis siswa masih rendah.

Perhatikan pola pada bilangan berikut: 5, 10, 15, 20, ...

- Bagaimana hubungan antara nomor pada pola dengan bilangan pada barisan tersebut?
- Tentukan nilai dari suku ke-7 dari pola tersebut!
- Jelaskan dengan kata-katamu bagaimana kamu menemukan jawabannya!
- Tuliskan bentuk umum (rumus suku ke- n) dari pola bilangan tersebut!

Gambar 1. 3 Soal Studi Pendahuluan Nomor 2

Pada soal studi pendahuluan nomor 2 disajikan soal yang menstimulus siswa untuk menjawab pertanyaan dengan menjelaskan secara tulisan (*writing*). Siswa diminta untuk menjawab persoalan yang diberikan dan menjelaskan dengan menggunakan kata-kata sendiri dalam menjelaskan jawabannya.

<input type="checkbox"/> 2.	Pola tersebut di bagi menjadi Pola Ganjil atau genap
<input type="checkbox"/> a.	$5 \times 1 = 5$
<input type="checkbox"/> -	1, 3, 6, 9, 12, 15
<input type="checkbox"/> -	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14
<input type="checkbox"/> -	5, 10, 15, 20, 25, 30
<input type="checkbox"/> -	4, 8, 12, 16, 20, 24
<input type="checkbox"/> b.	Suku dari ke 7 adalah
<input type="checkbox"/> -	7, 14, 21, 28, 35
<input type="checkbox"/> c.	di jadikan Pola bilangan yang tidak sama
<input type="checkbox"/> d.	Rumusnya adalah $N \cdot m^2$

Gambar 1. 4 Jawaban No. 2 Studi Pendahuluan

Pada Gambar 1.3 menunjukkan bahwa soal yang diberikan berkaitan dengan pola 5, 10, 15, 0, ..., yang mengharuskan siswa menjelaskan hubungan antar suku, menentukan suku tertentu (suku ke-7), menguraikan proses menemukan jawaban, serta menyusun bentuk umum suku ke-n. Namun, pada Gambar 1.4 memperlihatkan bahwa jawaban siswa bagian a ketika diminta menjelaskan hubungan antar suku, siswa menuliskan pola lain seperti “1, 3, 6, 9, 12, 15” atau “2, 4, 6, 8, 10, 12, 14” yang sama sekali tidak relevan dengan pola bilangan pada soal yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami pola yang diberikan dan tidak mampu mengomunikasikan keteraturan bilangan secara akurat. Pada soal bagian b, siswa menuliskan jawaban seperti “7, 14, 21, 28, 35” sebagai suku ke-7, yang jelas tidak sesuai, karena siswa tidak menghitung berdasarkan pola $5 + 5n$, tetapi justru menyalin pola lain yang tidak diminta.

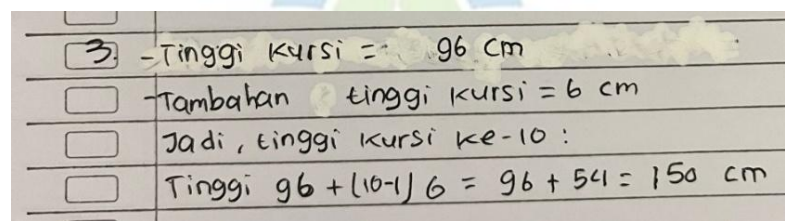
Pada bagian c, yang meminta penjelasan langkah penyelesaian, siswa tidak memberikan uraian apa pun. Siswa hanya menuliskan deretan angka dengan pola bilangan dengan beda 7 tanpa menjelaskan bagaimana suku ke-7 diperoleh. Pada jawaban tersebut tidak dituliskan sama sekali alasan matematis apapun, sehingga tidak tampak kemampuan siswa dalam mengungkapkan ide dan langkah pemecahan masalah secara tertulis. Pada bagian d ketika diminta menuliskan rumus suku ke-n, siswa menuliskan bentuk yang tidak tepat dan tidak sesuai yaitu “ $N \frac{m^2}{5}$ ”, yang tidak memiliki hubungan matematis dengan pola bilangan 5, 10, 15, 20. Kesalahan-kesalahan ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya salah secara prosedural, tetapi juga belum mampu memahami persoalan berbentuk tulisan dan menuangkan ide matematis dalam bentuk tulisan yang jelas, runtut, dan logis sesuai dengan aspek indikator *writing*.

Perolehan skor siswa pada indikator *writing* diperoleh hasil nilai maksimum 40 dan nilai minimum yaitu 0 dengan rata-rata 22 dari skor ideal 50. Dari 28 siswa yang mengikuti tes, 17 siswa mendapatkan nilai di bawah rata-rata yaitu sebanyak 60,7% siswa masih belum memenuhi indikator kedua yaitu kemampuan menulis penjelasan matematis (*written text*) dengan jelas, logis, dan mudah dipahami. Sedangkan siswa yang memperoleh nilai di atas rata-rata yaitu

sebanyak 39,3% atau sebanyak 11 siswa. Berdasarkan hasil dari jawaban siswa, masih banyak siswa yang belum mampu untuk menyatakan penjelasan matematis dengan jelas, logis, dan mudah dipahami secara tertulis. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa pada indikator tersebut masih belum dipenuhi.

Indikator ketiga yaitu kemampuan membuat model matematika (*mathematical expression*) untuk menyelesaikan masalah. Pada soal yang memuat indikator ketiga, yaitu:

“Kakak sedang menumpuk kursi yang memiliki tinggi masing-masing 90 cm. Tinggi tumpukan dua buah kursi yaitu 96 cm, dan tumpukan tiga kursi yaitu 102 cm. Tentukan berapa tinggi dari tumpukan 10 kursi yang ditumpuk oleh Kakak!”



Gambar 1. 5 Jawaban No. 3 Studi Pendahuluan

Berdasarkan jawaban siswa pada Gambar 1.5, Siswa salah menuliskan nilai awal dengan menyatakan bahwa tinggi kursi adalah 96 cm, padahal angka tersebut merupakan tinggi dua kursi bukan satu kursi. Seharusnya pola pertama yang diketahui adalah 90 cm. Akibatnya, model matematika yang disusun menjadi keliru, yaitu “ $96 + (n - 1) \times 6$ ”, yang tidak sesuai dengan konteks pola tinggi kursi. Kesalahan dalam memilih nilai awal menyebabkan ekspresi matematis yang dihasilkan tidak merepresentasikan situasi dengan benar. Meskipun perhitungan aritmetika yang dilakukan siswa benar, kesalahan rumus menyebabkan hasil akhirnya tetap tidak tepat. Selain itu, siswa tidak menuliskan bentuk umum dari rumus suku ke- n dan hanya menuliskan substitusi angka secara langsung tanpa menjelaskan makna matematisnya. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam mengubah informasi kontekstual menjadi ekspresi matematika formal yang benar dan lengkap. Maka dari itu indikator *mathematical expression* siswa perlu

ditingkatkan lebih lanjut lagi supaya dapat memaksimalkan kemampuan komunikasi matematis.

Pada soal dengan indikator *mathematical expression* diperoleh nilai rata-rata yaitu 13 dari skor ideal 30. Nilai maksimum yang didapatkan oleh siswa yaitu 20 dan nilai minimumnya adalah 0. Terdapat 9 siswa atau 32,1% siswa masih belum mampu membuat model matematika sesuai dengan soal yang diberikan seperti pada Gambar 1.3. Sedangkan 19 siswa lainnya atau 67,9% siswa sudah mampu menyelesaikan masalah sesuai dengan persoalan yang diberikan. Namun dalam menyelesaikan permasalahan tersebut mayoritas siswa hanya menyelesaikan permasalahan tanpa mencantumkan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan pada soal sampai pada kesimpulan akhir pada jawaban yang didapatkan oleh siswa. Oleh karena itu kemampuan pada indikator ketiga juga perlu ditingkatkan untuk dapat memaksimalkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada indikator *mathematical expression*.

Pada hasil wawancara kepada guru matematika bersangkutan mengungkapkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa secara lisan di dalam kelas masih bervariasi. Di dalam satu kelas biasanya hanya ada beberapa siswa saja yang memiliki kemampuan komunikasi yang baik, dan tidak jarang masih banyak siswa yang masih belum menguasai kemampuan komunikasi matematis dengan baik. Kemampuan ini biasanya nampak saat dilaksanakannya diskusi kelompok saat pembelajaran matematika berlangsung. Siswa dengan kemampuan komunikasi matematis yang baik akan secara aktif berdiskusi dan mengambil peran sebagai tutor sebaya yang akan memudahkan siswa lainnya untuk memahami materi ataupun soal yang diberikan.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan tersebut terlihat bahwa lebih dari setengah jumlah siswa dalam kelas masih belum menguasai dua dari tiga indikator pada kemampuan komunikasi matematis. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan dalam proses pembelajaran agar kemampuan komunikasi matematis siswa dapat meningkat.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan kemampuan komunikasi matematis pada tingkat SMP telah dilakukan. Penelitian yang dilakukan Hia &

Nainggolan (2022) menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa di salah satu kelas VIII SMP Negeri 1 Percut Sei Tuan tergolong rendah, dibuktikan dengan data observasi yang menunjukkan dari 25 siswa 19 orang diantaranya atau 76% dari total sampel menunjukkan kemampuan komunikasi matematis yang sangat rendah dan hanya 8% saja yaitu 2 orang siswa yang memiliki kemampuan komunikasi matematis tinggi, sisanya tergolong sedang. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ismayanti & Sofyan (2021) pada siswa kelas VIII SMP Negeri 7 Garut sebanyak 4 orang siswa menunjukkan hasil kurang baik dalam kemampuan komunikasi matematis karena sebagian besar siswa belum mampu untuk menghubungkan atau menjelaskan situasi ke dalam ide matematika serta menyatakan peristiwa sehari-hari ke dalam bahasa atau simbol matematika.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Tasia, Ramlah, & Ardiyanti (2024) yang menunjukkan tingkat kemampuan komunikasi matematis siswa pada dua kelas VIII di SMP Negeri 02 Karawang Timur tergolong rendah. Hasil ini berdasarkan penelitian sebelumnya dan observasi terbatas yang dilakukan. Pada hasil data *pretest* tersebut, siswa memiliki kemampuan komunikasi matematis yang rendah ditunjukkan dengan siswa yang belum terbiasa untuk menyelesaikan persoalan yang termasuk dalam kemampuan komunikasi matematis. Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan ini nampak bahwa siswa kelas VIII pada tingkat SMP masih belum mampu dalam kemampuan komunikasi matematis sehingga perlunya penelitian lebih lanjut dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis pada tingkat SMP.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan saat pelaksanaan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL), permasalahan terkait membuat model matematika yang sesuai untuk dapat menyelesaikan masalah juga masih perlu ditingkatkan. Banyak siswa yang masih belum mampu menerjemahkan persoalan berbentuk uraian dengan kategori soal cerita ke dalam simbol matematika untuk selanjutnya dipecahkan dan dicari penyelesaiannya. Oleh karena itu penting untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa untuk dapat

mengembangkan cara berpikir siswa untuk dapat mengaitkan setiap konten matematika yang diberikan dalam pembelajaran.

Selain kemampuan komunikasi matematis sebagai kemampuan dalam ranah kognitif yang penting untuk dikuasai oleh siswa, kemampuan dalam rumpun afektif pun juga tidak kalah penting untuk dikuasai. Hal ini sejalan dengan tujuan pembelajaran matematika dalam Standar Isi poin kelima mata pelajaran matematika pada jenjang pendidikan dasar hingga menengah yaitu: siswa memiliki sikap menghargai peran matematika dalam kehidupan yang berarti memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta menunjukkan ketekunan dan kepercayaan diri dalam menyelesaikan masalah. Menurut Bakar, et. al. (2019), “Aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan dikembangkan bersamaan saat proses pembelajaran”. Oleh karena itu sikap dalam ranah kemampuan afektif juga dianggap sama pentingnya dengan kemampuan kognitif berkaitan dengan pembelajaran matematika.

Salah satu sikap tersebut adalah disposisi matematis. Disposisi matematis merujuk pada keinginan, kesadaran, kecenderungan, dan komitmen yang kuat dari siswa untuk berpikir dan bertindak secara matematis. Sejalan dengan yang diungkapkan oleh Rafianti et.al (2020) bahwa berkembangnya sikap disposisi matematis pada siswa dapat menunjang keberhasilan siswa pada pembelajaran matematika. Oleh karena itu penting bagi siswa untuk menanamkan kemampuan disposisi matematis ini pada diri setiap siswa. Sikap disposisi matematis merupakan kompetensi yang penting untuk dimiliki sebagai dasar sikap dan persepsi positif dalam diri siswa terhadap matematika (NCTM, 2000).

Berdasarkan definisi dari NCTM (2000), unsur-unsur dari disposisi matematis diantaranya yaitu: (1) percaya diri dalam kemampuan matematika, (2) kemampuan beradaptasi dengan berbagai pendekatan matematika, (3) ketekunan dalam menyelesaikan tugas-tugas matematika, (4) rasa ingin tahu yang besar terhadap matematika, (5) kemampuan merefleksikan proses berpikir matematis, (6) penghargaan terhadap aplikasi matematika dalam kehidupan, dan (7)

apresiasi terhadap pentingnya matematika. Dengan kemampuan disposisi matematis yang baik maka siswa dapat memanfaatkan matematika untuk menyelesaikan persoalan dalam kehidupan sehari-harinya dengan baik pula. Dengan ini kemampuan afektif salah satunya adalah disposisi matematis sangatlah penting karena bukan hanya menunjukkan sikap terhadap pembelajaran matematika saja tetapi juga dapat mempengaruhi kehidupan sehari-hari siswa.

Menurut Syaban (2019) kemampuan disposisi matematis pada siswa belum tercapai. Salah satu penyebabnya yaitu karena pembelajaran yang cenderung berpusat pada guru, dengan penekanan pada proses prosedural, latihan soal yang bersifat mekanis, serta kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis mereka (Setiyani, Sagita, & Herdiawati, 2020; Nurdiansyah, Sundayana, & Sritresna, 2021; Femisha & Madio, 2021). Sebagaimana dikemukakan oleh Yulia & Kustati (2024), terdapat hubungan positif dan kuat antara disposisi matematis dan kemandirian belajar siswa, bahwa semakin tinggi disposisi matematis, semakin mandiri pula siswa dalam belajar. Hal ini menunjukkan bahwa siswa yang memiliki disposisi matematis rendah berpotensi memiliki kemandirian belajar yang rendah pula.

Selain temuan nasional, sejumlah penelitian internasional juga menunjukkan bahwa aspek afektif berupa disposisi atau sikap terhadap matematika masih menjadi masalah di jenjang sekolah menengah. Sen (2022) melalui studi survei pada siswa kelas 5–8 menemukan adanya variasi yang signifikan dalam sikap siswa terhadap matematika, khususnya pada dimensi minat dan kepercayaan diri. Penelitian tersebut menegaskan bahwa sebagian siswa menunjukkan sikap yang kurang mendukung keterlibatan dan keberhasilan belajar matematika. Sejalan dengan itu, Andrusiak (2019) yang menganalisis profil sikap matematika siswa *middle school* menunjukkan bahwa banyak siswa berada pada kategori sikap rendah hingga sedang, terutama pada aspek ketertarikan dan keyakinan terhadap kemampuan matematis diri. Hasil ini menunjukkan bahwa secara global disposisi matematis siswa sekolah menengah

cenderung belum optimal dan membutuhkan intervensi pembelajaran yang mampu mendorong sikap positif, kegigihan, serta kepercayaan diri dalam belajar matematika.

Adapun guru matematika sebagai sumber dari wawancara yang telah peneliti lakukan mengungkapkan bahwa pandangan siswa terhadap matematika masih kurang baik. Banyak siswa yang masih memandang negatif terhadap pembelajaran matematika, mengeluhkan dan tidak mampu menghadapi persoalan matematika yang diberikan. Hal ini karena masih banyak siswa yang kesulitan dalam pembelajaran karena belum menguasai perhitungan dasar sehingga siswa kesulitan jika diberikan soal yang lebih kompleks. Namun berdasarkan pengalaman guru di dalam kelas, pembelajaran dengan tutor sebaya di dalam kelas dapat membuat siswa lebih paham terhadap materi yang sedang dipelajari. Selain itu, penggunaan aplikasi dalam pembelajaran di dalam kelas juga dapat meningkatkan minat siswa terhadap pembelajaran matematika. Oleh karena itu pemilihan model pembelajaran yang diterapkan di dalam kelas menjadi hal yang harus diperhatikan dalam kegiatan pembelajaran. Penggunaan aplikasi dalam membantu proses pembelajaran juga dapat digunakan untuk meningkatkan minat siswa terhadap pembelajaran matematika di dalam kelas.

Pembelajaran matematika di dalam kelas dapat dilakukan dengan berbagai cara untuk dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan disposisi matematis siswa. Salah satunya yaitu dengan pembelajaran berbasis *Duality, Necessity and Repeated Reasoning* (DNR). Model pembelajaran ini dikembangkan oleh Guershon Haler dan berfokus pada analisis masalah. Haler (2010) mengungkapkan bahwa tujuan dari pembelajaran matematika adalah membantu siswa untuk mengkonstruksi cara berpikir (*ways of thinking*) dan cara memahami (*ways of understanding*) (Bakar, Nani, & Hadi, 2019). Keduanya merupakan cara yang berbeda tetapi memiliki timbal balik satu sama lainnya. Model pembelajaran ini pada dasarnya terdiri dari tiga komponen yaitu *duality* (dualitas), *necessity* (kebutuhan), dan *repeated reasoning* (penalaran berulang). Komponen-komponen tersebut memiliki cara pandang yang berbeda namun berkesinambungan.

Bakar, Nani, & Hadi (2019) mendeskripsikan setiap proses pembelajaran dengan model *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR), yaitu pada prinsip dualitas (*duality principle*) menganggap bahwa cara berpikir dan cara memahami merupakan dua hal yang berbeda namun keduanya saling berhubungan. Cara berpikir mencerminkan karakteristik kognitif dari proses mental, sementara cara memahami mencakup semua hasil atau produk dari cara berpikir tersebut, seperti aksioma, definisi, teorema, bukti, masalah, dan solusi. Prinsip kebutuhan (*necessity principle*) menekankan bahwa siswa cenderung termotivasi untuk belajar ketika mereka merasakan adanya sebuah urgensi atau kebutuhan terhadap materi yang diajarkan khususnya dalam memenuhi kebutuhan intelektual. Selanjutnya pada prinsip penalaran berulang (*repeated reasoning principle*) yang menyatakan bahwa dengan terus-menerus mengulang pola pikir dan proses berpikir matematis dapat membantu siswa dalam menginternalisasi, mengatur, dan mempertahankan pengetahuan yang diperoleh selama pembelajaran matematika.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bakar, et.al., (2018) menunjukkan bahwa siswa yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran DNR menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam memahami konsep matematika dibandingkan dengan yang diajarkan melalui metode konvensional. Menurut Bakar et.al., ini sejalan dengan tujuan utama dari model pembelajaran DNR yaitu untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang matematika, yang sangat penting untuk penguasaan matematika secara keseluruhan. Dalam temuan ini juga menunjukkan bahwa instruksi berbasis DNR secara positif mempengaruhi kemampuan penalaran matematis siswa. Pengajaran yang efektif dilakukan ini dapat mengarah pada peningkatan kemampuan pemahaman dan penalaran siswa karena keduanya memiliki kolerasi yang kuat.

Aplikasi *Symbolab* merupakan salah satu perangkat lunak matematika yang berperan sebagai kalkulator ilmiah, dirancang untuk membantu siswa dalam belajar dan memahami solusi soal-soal matematika dengan menyediakan jawaban beserta langkah-langkahnya secara detail (Maharani, Lubis, Syahrani,

Rafidah, & Mulianingtias, 2024). Aplikasi *Symbolab* dikenal memberikan solusi langkah demi langkah yang dapat meningkatkan pemahaman konseptual pada materi matematika (Naz Makhdom et al., 2023). Hal ini membuktikan bahwa penggunaan *Symbolab* dalam pembelajaran lebih efektif dibandingkan dengan metode tradisional. Selain itu, fitur penjelasan yang sistematis membantu siswa mengidentifikasi kesalahan secara mandiri sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna. Dengan tampilan antarmuka yang sederhana, siswa juga dapat mengakses berbagai jenis soal dengan lebih mudah. Penggunaan *Symbolab* dalam pembelajaran pada akhirnya dapat meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam menyelesaikan soal matematika secara mandiri maupun terstruktur.

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan mengenai permasalahan yang ada pada pembelajaran matematika juga hasil penelitian terdahulu, peneliti menggambarkan masalah yang akan diteliti mengenai bagaimana implementasi dari model pembelajaran lainnya untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dengan ini, peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian dengan judul: “Penerapan Pembelajaran *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) Berbantuan *Symbolab* untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Disposisi Matematis Siswa”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keterlaksanaan pembelajaran *Duality, Necessity, and Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab*?
2. Apakah peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran *Duality, Necessity, and Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab* lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional?
3. Bagaimana disposisi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran *Duality, Necessity, and Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, tujuan dari penelitian ini adalah berikut:

1. Mengetahui keterlaksanaan pembelajaran *Duality, Necessity, and Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab*.
2. Mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran *Duality, Necessity, and Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab* dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.
3. Mengetahui sikap disposisi matematis siswa setelah memperoleh pembelajaran *Duality, Necessity, and Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab*.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah diuraikan, beberapa manfaat yang diharapkan dapat diberikan kepada berbagai pihak yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berharga terhadap teori pendidikan matematika dan pengembangan kemampuan dan karakter dari siswa. Pemanfaatan model pembelajaran *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab* berpotensi dapat memperluas pemahaman tentang ragam model pembelajaran yang dapat diaplikasikan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan sikap disposisi matematis siswa. Model pembelajaran ini dapat dijadikan sebagai pilihan alternatif pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan matematis siswa agar menciptakan pembelajaran yang lebih efektif. Selain itu juga dapat dijadikan sebagai masukan dan bahan rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya agar menjadi pengetahuan bagi para ahli untuk dapat mengembangkannya.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Guru

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengalaman sebagai alternatif pembelajaran matematika karena pembelajaran *Duality*,

Necessity, & Repeated Reasoning (DNR) berbantuan *Symbolab* ini yang diharapkan mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan disposisi matematis sehingga siswa dapat lebih termotivasi untuk turut serta dalam pembelajaran matematika.

b. Bagi Siswa

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan disposisi matematis siswa. Keterlibatan siswa dalam pembelajaran yang kooperatif dan menarik akan mendorong keterampilan berpikir kritis dan komunikatif yang dibutuhkan untuk mengatasi tantangan matematika maupun permasalahan sehari-hari.

c. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan kontribusi pada literatur mengenai model pembelajaran yang inovatif dalam pembelajaran matematika. Temuan dari penelitian ini dapat membuka peluang untuk penelitian selanjutnya dalam mengembangkan model pembelajaran yang lebih efektif agar dapat dimanfaatkan sebaik mungkin di dalam kelas.

E. Kerangka Berpikir

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan, perlu adanya kegiatan belajar mengajar yang mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan disposisi matematis siswa. Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kemampuan tersebut yaitu pembelajaran dengan model *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR). Dalam pembelajaran ini, siswa dituntut untuk aktif dalam proses pembelajaran karena siswa harus paham dengan betul dan menguasai konsep dari materi yang akan dipelajari. Hal ini dilakukan dengan memberikan permasalahan yang akan dianalisis oleh siswa secara berkelompok kemudian siswa akan melakukan presentasi hasil dan diskusi.

Kemampuan komunikasi matematis menjadi salah satu kemampuan kognitif yang dapat menunjang keberhasilan pembelajaran matematika bagi siswa. Rosita dalam Analisis Kemampuan Penalaran dan Komunikasi Matematis Siswa (Rismen, Mardiyah, & Puspita, 2020) bahwa komunikasi berkaitan

dengan aktivitas kelas yang memungkinkan siswa untuk mengembangkan pemahaman lebih dalam terkait pembelajaran matematika yang telah dipelajari. Maka kemampuan komunikasi matematis sangatlah penting untuk dimiliki oleh setiap siswa. Melalui komunikasi ide-ide pikiran yang dimiliki siswa dapat dikembangkan, dicerminkan, didiskusikan, juga diperbaiki dengan kawan sesama siswa maupun dengan guru yang mengajar dengan mengungkapkan gagasan pemikiran yang diketahui untuk dirundingkan bersama kebenarannya agar menghasilkan kesimpulan dari permasalahan yang dibahas (Syafina & Pujiastuti, 2020).

NCTM (2000) mengungkapkan indikator dari komunikasi matematis yaitu:

1. Mengorganisasi dan mengungkapkan ide pemikiran matematis secara lisan maupun tulisan.
2. Mengomunikasikan pemikiran matematis secara jelas kepada teman, guru, atau pihak lain.
3. Menggunakan bahasa, notasi, dan representasi matematika untuk menyampaikan ide.
4. Menganalisis dan mengevaluasi pemikiran serta strategi matematis orang lain.

Disposisi matematis merupakan sikap yang merujuk pada motivasi, kesadaran, kecenderungan, dan komitmen yang mendalam dalam diri siswa untuk berpikir dan bertindak secara matematis (Rafianti et al., 2020). Polking (Bakar et al., 2019) mengemukakan unsur-unsur yang menjadi indikator dari kemampuan disposisi matematis, yaitu:

1. Keyakinan bahwa matematika bermanfaat untuk memecahkan masalah, mengkomunikasikan ide, dan memberikan alasan yang logis;
2. Kemampuan untuk berpikir fleksibel dan mencari solusi alternatif dalam pemecahan masalah;
3. Ketekunan dalam menyelesaikan masalah matematika;
4. Minat yang besar, rasa ingin tahu yang tinggi, dan kemampuan menemukan pola solusi dalam pekerjaan matematika;

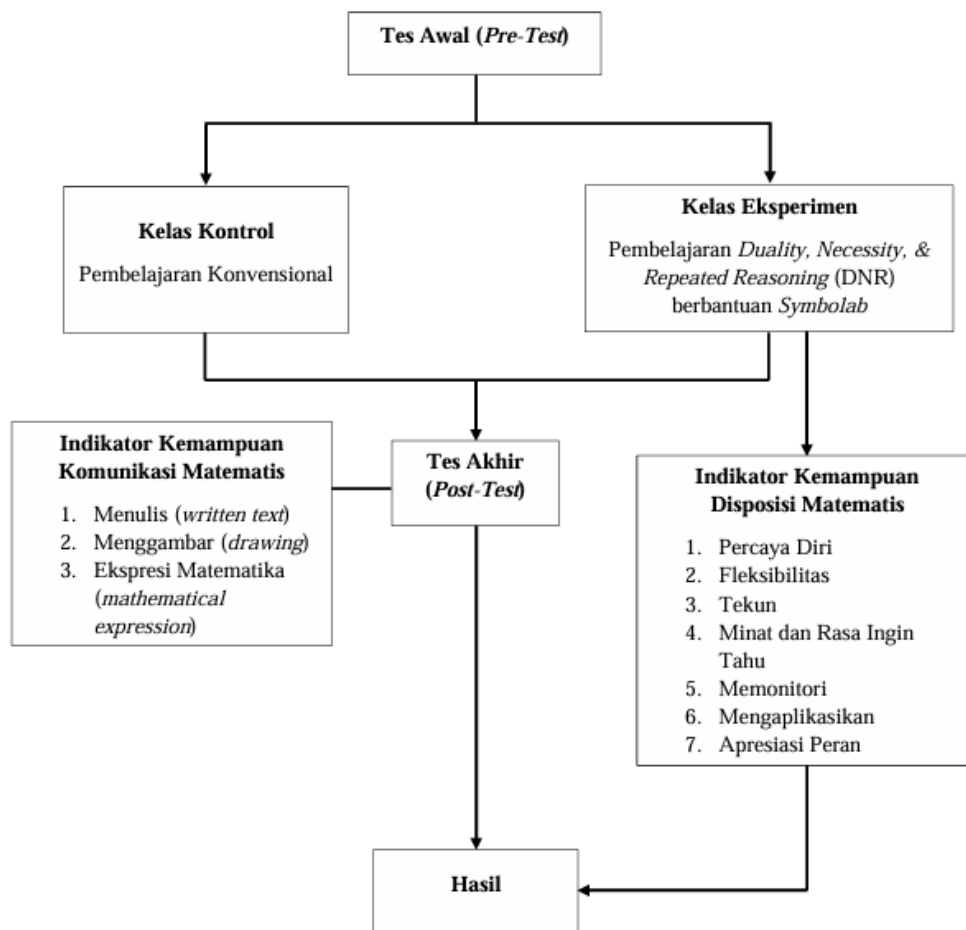
5. Kecenderungan untuk merefleksikan dan memantau proses berpikir sendiri;
6. Kemampuan mengaplikasikan konsep matematika dalam berbagai situasi, baik dalam konteks matematika maupun dalam kehidupan sehari-hari; dan
7. Apresiasi terhadap peran matematika sebagai alat dan bahasa dalam berbagai budaya dan nilai.

Pada penelitian ini akan diberikan perlakuan pembelajaran dengan model *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab* pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol untuk dapat dilihat perbedaannya dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Selain itu juga akan dilihat sikap disposisi matematis siswa pada kelas eksperimen yang mendapatkan perlakuan model pembelajaran *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab*. Adapun proses pembelajaran dengan menerapkan model *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) dalam (Maryono, 2022) yaitu dengan melalui tahapan-tahapan: 1) Pemberian Masalah (PM); 2) Kesimpulan Awal (KA); 3) Pemeriksaan Kesimpulan Awal (PKA); 4) Uji Kesimpulan Awal (UKA); dan 5) Pelajaran yang dapat Dipetik (PD). Pada rangkaian tahapan ini akan dibangkitkan cara pemahaman (*way of understanding*) dan cara berpikir (*way of thinking*) dari siswa. Cara memahami atau WoU dilakukan dalam bentuk tindakan atau pernyataan yang dikemukakan oleh siswa berupa dugaan, definisi, masalah, bukti, dan solusi. Cara berpikir atau WoT merupakan hasil dari cara memahami yang berulang sehingga akan muncul kebiasaan berpikir yang menjadi karakteristik pada pembelajaran DNR.

Secara garis besar, tahapan model pembelajaran DNR diawali dengan pemecahan masalah secara individu, kemudian dilanjutkan dengan diskusi kelompok, dan diakhiri dengan berbagi hasil diskusi di depan kelas. Pada tahap individu, siswa berusaha memahami masalah dan menyusun strategi awal. Selanjutnya, pada diskusi kelompok, siswa saling bertukar ide dan membandingkan cara penyelesaian sehingga kemampuan komunikasi matematis mereka mulai terlatih. Tahap berbagi hasil diskusi membantu siswa untuk mengomunikasikan pemikirannya secara lebih jelas, menemukan kelemahan diri

melalui umpan balik, serta memperbaiki cara berpikirnya agar menjadi lebih tepat (Maryono, 2022).

Dalam penelitian ini, aplikasi *Symbolab* digunakan sebagai alat bantu untuk mengklarifikasi hasil yang diperoleh siswa selama proses pemecahan masalah. Aplikasi tersebut membantu siswa memeriksa kembali kebenaran langkah maupun hasil penyelesaian, sehingga siswa dapat memperbaiki kelemahan yang masih muncul saat menyelesaikan soal. Sementara itu, pada kelas kontrol digunakan model pembelajaran konvensional sebagai pembanding untuk melihat perbedaan kemampuan komunikasi matematis antara kedua kelompok. Kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.6.



Gambar 1. 6 Kerangka Berpikir

Pada kerangka berpikir penelitian akan diawali dengan melakukan *pre-test* pada dua kelas berbeda untuk dilihat kemampuan awal komunikasi

matematis pada siswa. Selanjutnya kedua kelas akan mendapatkan perlakuan penerapan model pembelajaran yang berbeda, yaitu kelas eksperimen akan mendapatkan model pembelajaran *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab* dan juga kelas kontrol yang akan mendapatkan model pembelajaran konvensional. Setelahnya akan diberikan *post-test* untuk mengukur seberapa besar pengaruh dari penerapan model pembelajaran pada kedua kelas ditinjau dari hasil *post-test* yang diberikan berdasarkan hasil analisis pada indikator kemampuan komunikasi matematis yang telah ditetapkan. Selain itu pada kelas eksperimen juga akan diberikan angket mengenai sikap disposisi matematis yang akan dianalisis seberapa besar pengaruh penerapan model pembelajaran DNR berbantuan *Symbolab* terhadap sikap disposisi matematis siswa.

F. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan kerangka berpikir, dirumuskan hipotesis dari penelitian: kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab* lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

Rumusan hipotesis statistiknya sebagai berikut:

- H_0 : Peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab* tidak lebih baik atau sama dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional
- H_1 : Kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab* lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan:

- μ_1 : rata-rata N Gain kemampuan komunikasi matematis siswa di kelas eksperimen yang memperoleh model pembelajaran *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab*
- μ_2 : rata-rata N Gain kemampuan komunikasi matematis siswa di kelas kontrol yang memperoleh model pembelajaran konvensional

G. Hasil Penelitian Terdahulu

Terdapat Beberapa hasil penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai rujukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dengan judul Penerapan Pembelajaran dengan Pendidikan Matematika Realistik untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa oleh Hia & Nainggolan (2022) yang dilakukan di kelas VIII-6 SMP Negeri 1 Percut Sei Tuan. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa terjadi peningkatan rata-rata kelas pada kemampuan komunikasi matematis setelah diterapkannya pembelajaran matematika dengan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik dari nilai rata-rata tes kemampuan awal matematis siswa 44,38 meningkat menjadi 77 pada siklus I dan 80,17 pada siklus II yang termasuk dalam kategori tinggi. Selain itu, proses siswa dalam menjawab soal yang diberikan dari siklus I hingga siklus II juga semakin baik dan sesuai dengan algoritma pengerjaan soal perhitungan.
2. Penelitian oleh Rahmalia, Hajidin, & Ansari (2020) berjudul Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Disposisi Matematis Siswa SMP Melalui Model Problem Based Learning dengan sampel yang digunakan yaitu siswa kelas VII SMP Negeri 9 Langsa. Diperoleh hasil bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematis dan disposisi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran *problem based learning* lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Bakar, Nani, & Hadi (2019) mengeksplorasi kemampuan disposisi matematis pada mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar melalui model pembelajaran *DNR-based instruction* diperoleh hasil penelitian mengenai sikap percaya diri mahasiswa dalam menyelesaikan tugas matematika termasuk dalam kategori cukup. Selain itu juga mahasiswa

menunjukkan sikap gigih dan ulet terhadap menyelesaikan tugas matematika, juga mahasiswa menunjukkan rasa ingin tahu dengan mempelajari topik-topik baru dan berusaha menemukan solusi yang inovatif hingga dapat merefleksikan pekerjaan yang telah dilakukan. Adapun indikator keberhasilannya yakni berdasarkan indikator kemampuan disposisi matematis yang digunakan yaitu kepercayaan diri, gigih dan ulet, fleksibel, keingintahuan, dan reflektif dan rasa senang.

4. Penelitian dengan judul Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa Melalui Model Pembelajaran *Team Assisted Individualization* Berbantuan Aplikasi *Symbolab* (Penelitian Kuasi Eksperimen di kelas VIII MTs Al-Ahliyah Karawang) oleh Abdillah (2021) yang dilakukan pada siswa kelas VIII MTs Al-Ahliyah Karawang dengan pokok bahasan statistika. Setelah menerapkan pembelajaran dengan model *Team Assisted Individualization* berbantuan aplikasi *Symbolab*, diperoleh hasil bahwa terdapat peningkatan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa yang ditandai dengan perbedaan pencapaian kategori PAM tinggi siswa pada kelas eksperimen memiliki perbedaan rata-rata 17,46 lebih tinggi dari kelas kontrol tinggi. Perbedaan pada pencapaian kategori PAM sedang siswa pada kelas eksperimen memiliki perbedaan rata-rata 21,07 lebih tinggi dari kelas kontrol. Dan perbedaan pencapaian kategori PAM rendah pada kelas eksperimen lebih tinggi 13,83 rata-ratanya dibandingkan kelas kontrol.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, belum ada penelitian yang membahas secara khusus mengenai penerapan pembelajaran berbasis *Duality, Necessity, & Repeated Reasoning* (DNR) berbantuan *Symbolab* dalam ranah meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan disposisi matematis siswa. Dapat disimpulkan bahwa penelitian ini tergolong masih baru dan belum banyak dilakukan oleh para peneliti terdahulu.