

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1. Hakikat Pembelajaran Bilangan Rasional

1. Karakteristik Bilangan Rasional di SMP

Bilangan rasional merupakan salah satu topik fundamental dalam matematika sekolah menengah pertama (SMP) yang membentuk dasar pemahaman siswa terhadap konsep-konsep lanjutan seperti aljabar dan geometri (Kemendikbudristek, 2023). Karakteristik bilangan rasional secara umum mencakup aspek-aspek berikut, yang selaras dengan prinsip-prinsip matematika abstrak dan aplikatif seperti yang diuraikan oleh Pratiwi dan Susanto (2023) dalam kajiannya tentang struktur pembelajaran bilangan di sekolah menengah Indonesia.

a. Bersifat Abstrak dan Berbasis Representasi

Bilangan rasional didefinisikan sebagai bilangan yang dapat dinyatakan dalam bentuk pecahan $\frac{a}{b}$, di mana a dan b adalah bilangan bulat dengan $b \neq 0$ (Sari et al., 2024). Objek kajian ini bersifat abstrak karena tidak dapat disentuh secara fisik, melainkan dipahami melalui representasi seperti garis bilangan, diagram, atau model visual, sebagaimana direkomendasikan oleh NCTM (2024) untuk mengatasi kesulitan siswa dalam transisi dari pemikiran konkret ke abstrak. Di tingkat SMP, siswa mempelajari fakta dasar (seperti operasi penjumlahan dan pengurangan), konsep (seperti nilai desimal berulang), serta keterampilan (seperti penyederhanaan pecahan). Konsep ini dipelajari melalui definisi yang membatasi ruang lingkungannya, misalnya, bilangan rasional mencakup pecahan sederhana seperti $\frac{1}{2}$ atau desimal terminating seperti 0.5, yang memungkinkan siswa mengklasifikasikan bilangan berdasarkan sifat-sifatnya (Kemendikbudristek, 2023). Ilustrasi dapat dilakukan dengan skema garis bilangan untuk menunjukkan posisi $\frac{3}{4}$ antara 0 dan 1, yang membantu membangun representasi mental siswa.

b. Bertumpu pada Kesepakatan Matematis Dasar

Pemahaman bilangan rasional bergantung pada kesepakatan-kesepakatan mendasar dalam sistem bilangan, seperti aksioma bahwa setiap bilangan bulat dapat dibagi menjadi bagian-bagian yang sama (postulat pembagian), sebagaimana dijelaskan oleh Widjaja dan Pratiwi (2023) dalam teori pembelajaran matematika berbasis kesepakatan di konteks Indonesia. Konsep primitif seperti "pembilang" dan "penyebut" tidak memerlukan definisi lebih lanjut karena diterima sebagai dasar intuitif. Kesepakatan ini memastikan bahwa operasi seperti perkalian pecahan ($\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$) diterapkan secara universal, tanpa memerlukan pembuktian ulang di setiap konteks, sehingga membangun fondasi yang kokoh untuk pembelajaran di SMP (Sari et al., 2024).

c. Mendorong Pola Pikir Deduktif dan Induktif Terintegrasi

Pembelajaran bilangan rasional melatih pola pikir deduktif, di mana siswa memulai dari prinsip umum (seperti sifat distributif dalam operasi) dan menerapkannya pada kasus khusus, seperti menyelesaikan soal $\frac{2}{3} + \frac{1}{4}$ dengan mencari kelipatan persekutuan terkecil (KPK), sesuai dengan pendekatan deduktif yang dikemukakan oleh Hmelo-Silver (2023). Pola ini juga mengintegrasikan elemen induktif melalui eksplorasi masalah nyata, misalnya, menghitung pembagian pizza menjadi $\frac{5}{8}$ bagian untuk 3 orang, yang kemudian disimpulkan ke aturan umum (NCTM, 2024). Di SMP, hal ini membantu siswa mentransfer pengetahuan dari konteks sehari-hari ke aplikasi formal, seperti mengidentifikasi bilangan rasional dalam pengukuran jarak atau waktu, yang mendukung pengembangan kognitif tingkat tinggi (Kemendikbudristek, 2023).

d. Konsisten dalam Sistem Bilangan yang Terintegrasi

Bilangan rasional membentuk sistem yang konsisten di mana tidak boleh ada kontradiksi, baik dalam makna maupun kebenaran numerik, sebagaimana prinsip konsistensi dalam sistem bilangan yang diuraikan oleh Pratiwi dan Susanto (2023). Sistem ini terhubung dengan bilangan bulat dan cacah, tetapi dapat dipelajari secara independen, seperti dalam

topik pecahan atau desimal. Konsistensi terlihat dalam hukum bahwa hasil operasi antar bilangan rasional tetap rasional (misalnya, $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$), kecuali pembagian dengan nol yang dilarang (Sari et al., 2024). Contoh: Jika mendefinisikan bilangan rasional sebagai himpunan yang dapat direpresentasikan secara eksak, maka bilangan seperti akar 2 (irrasional) tidak termasuk, menghindari kontradiksi dengan sifat-sifatnya yang tidak berulang (Widjaja & Pratiwi, 2023).

e. Mengandalkan Simbol dan Model yang Fleksibel

Bilangan rasional diekspresikan melalui simbol-simbol seperti pecahan ($\frac{p}{q}$), desimal (0.75), atau persentase (75%), yang bersifat netral dan kosong dari makna intrinsik hingga dikaitkan dengan konteks, seperti yang dibahas oleh Hmelo-Silver (2023) dalam teori simbol matematika berbasis pembelajaran aktif. Simbol ini membentuk model matematika, seperti persamaan $\frac{3}{4} = 0.75$, yang dapat digunakan untuk memodelkan situasi nyata seperti proporsi dalam resep memasak. Fleksibilitas ini memungkinkan siswa di SMP untuk memanipulasi simbol tanpa terikat pada arti literal, sehingga memperkuat kemampuan abstraksi dan pemecahan masalah (NCTM, 2024).

f. Memerlukan Semesta Pembicaraan yang Relevan

Karena sifat simbolisnya yang abstrak, bilangan rasional memerlukan semesta pembicaraan atau konteks spesifik agar bermakna, seperti dalam kehidupan sehari-hari (pembagian warisan atau pengukuran bahan bangunan) atau aplikasi ilmiah (rasio kecepatan), sebagaimana konsep "universe of discourse" yang dikemukakan oleh Sari et al. (2024) dalam konteks pendidikan matematika Indonesia. Di SMP, semesta ini dibatasi pada bilangan non-negatif atau positif untuk menghindari kompleksitas, memastikan siswa memahami bahwa konteks menentukan interpretasi, misalnya, $\frac{1}{2}$ dalam konteks probabilitas berbeda dengan dalam geometri (setengah lingkaran). Hal ini mendorong pemahaman holistik yang terintegrasi dengan mata pelajaran lain (Kemendikbudristek, 2023).

g. Tujuan dan Ruang Lingkup Pembelajaran Bilangan Rasional di SMP

Pembelajaran bilangan rasional di tingkat SMP dirancang untuk membangun fondasi pemahaman siswa terhadap sistem bilangan yang lebih luas, dengan tujuan utama mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan aplikasi praktis, sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP) dalam Kurikulum Merdeka (Kemendikbudristek, 2023). Ruang lingkup ini disesuaikan dengan Kurikulum Merdeka, di mana bilangan rasional menjadi jembatan antara bilangan bulat dan konsep lanjutan seperti persamaan linear (Pratiwi & Susanto, 2023).

Membangun pemahaman konseptual dasar tujuan utama adalah agar siswa mampu mengonstruksi representasi bilangan rasional dalam berbagai bentuk (pecahan, desimal, persen) dan memahami hubungannya dengan konteks nyata, sebagaimana direkomendasikan oleh NCTM (2024) untuk penguatan konsep dasar. Misalnya, siswa belajar bahwa 0.25 setara dengan $\frac{1}{4}$, yang diterapkan dalam perhitungan proporsi seperti pembagian anggaran keluarga. Ruang lingkup dibatasi pada operasi dasar (penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian) untuk menghindari kebingungan dengan bilangan irrasional, sehingga fokus pada penguatan intuisi numerik (Sari et al., 2024).

Pembelajaran ini bertujuan melatih siswa menggunakan bilangan rasional untuk menyelesaikan masalah autentik, seperti menghitung luas lahan pertanian yang dibagi secara proporsional, selaras dengan prinsip problem-solving dalam matematika (Hmelo-Silver, 2023). Ruang lingkup mencakup aplikasi interdisipliner, seperti dalam IPA (rasio konsentrasi larutan) atau IPS (pembagian sumber daya), dengan penekanan pada akurasi dan efisiensi perhitungan untuk mencegah kesalahan umum seperti lupa mencari KPK pada penjumlahan pecahan (Widjaja & Pratiwi, 2023).

➤ Mendorong Pengembangan Sikap Matematis

Tujuan jangka panjang adalah membentuk sikap percaya diri dan ketekunan siswa dalam menghadapi tantangan numerik, di mana ruang lingkup meliputi eksplorasi kesalahan konseptual (misconception) seperti menganggap $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{2}{5}$ (NCTM, 2024). Hal ini dicapai melalui diskusi kelompok, memastikan siswa tidak hanya

hafal rumus tetapi juga reflektif terhadap proses berpikir mereka, sebagaimana dalam taksonomi Bloom yang direvisi (Kemendikbudristek, 2023).

➤ Integrasi dengan Teknologi dan Alat Bantu

Pembelajaran bertujuan mempersiapkan siswa untuk era digital, dengan ruang lingkup penggunaan alat seperti aplikasi GeoGebra untuk memvisualisasikan garis bilangan rasional (Sari et al., 2024). Tujuan ini mendukung inklusivitas, di mana siswa dengan kebutuhan khusus dapat menggunakan manipulatif fisik seperti blok pecahan untuk memperkuat pemahaman kinestetik (Kemendikbudristek, 2023).

➤ Evaluasi dan Pengukuran Kemajuan

Tujuan evaluatif adalah mengukur pemahaman melalui indikator seperti kemampuan menjelaskan alasan matematis atau menerapkan konsep dalam skenario baru, sesuai dengan standar asesmen autentik (UNESCO, 2023). Ruang lingkup penilaian mencakup formatif (observasi selama aktivitas) dan sumatif (tes tertulis), dengan fokus pada peningkatan dari level pengetahuan dasar ke aplikasi tingkat tinggi, sesuai standar kompetensi SMP (Kemendikbudristek, 2023).

h. Tantangan dan Strategi Pembelajaran Bilangan Rasional

Meskipun fundamental, pembelajaran bilangan rasional sering menghadapi tantangan seperti abstraksinya yang tinggi bagi siswa SMP, yang masih dalam tahap transisi dari pemikiran konkret ke abstrak, sebagaimana diidentifikasi oleh Pratiwi dan Susanto (2023) dalam penelitian perkembangan kognitif siswa Indonesia. Strategi yang efektif melibatkan pendekatan kontekstual untuk mengatasi hal ini, dengan dukungan dari penelitian terkini seperti yang dilakukan oleh Widjaja dan Pratiwi (2023).

➤ Tantangan Abstraksi dan Representasi

Siswa cenderung kesulitan memvisualisasikan pecahan negatif atau desimal berulang, menyebabkan kesalahan dalam operasi (Sari et al., 2024). Strategi: Gunakan model konkret seperti kertas lipat atau aplikasi digital untuk membangun jembatan dari konkret ke abstrak,

memastikan siswa dapat merepresentasikan $\frac{-3}{4}$ sebagai posisi di garis bilangan (NCTM, 2024).

➤ Kesulitan dalam Operasi dan Kesetaraan

Tantangan umum adalah memahami bahwa operasi pecahan memerlukan penyebut yang sama, sering kali mengakibatkan jawaban salah seperti $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$ tanpa konteks (Hmelo-Silver, 2023).

Strategi: Integrasikan cerita masalah (story problems) untuk membuat operasi relevan, diikuti dengan verifikasi melalui kalkulator untuk membangun kepercayaan diri (Widjaja & Pratiwi, 2023).

➤ Kurangnya Motivasi dan Relevansi

Banyak siswa melihat bilangan rasional sebagai hafalan rumus tanpa hubungan dengan kehidupan, mengurangi keterlibatan (Pratiwi & Susanto, 2023). Strategi: Adopsi pembelajaran berbasis masalah (problem-based) di mana siswa mengeksplorasi isu lokal, seperti perhitungan biaya transportasi di Malang menggunakan rasio jarak-waktu, untuk meningkatkan rasa kepemilikan (Sari et al., 2024).

➤ Variasi Kemampuan Siswa

Heterogenitas kelas, termasuk siswa berkebutuhan khusus, menimbulkan tantangan diferensiasi (Kemendikbudristek, 2023). Strategi: Terapkan diferensial instruksional dengan tugas bertingkat, di mana siswa dasar fokus pada visualisasi sementara siswa lanjutan menangani aplikasi kompleks seperti rasio dalam geometri (UNESCO, 2023).

➤ Pengaruh Faktor Eksternal

Pandemi atau keterbatasan sumber daya dapat menghambat pembelajaran (UNESCO, 2023). Strategi: Manfaatkan pembelajaran hybrid dengan video tutorial dan platform online, memastikan aksesibilitas bagi siswa di SMP Sriwedari Malang melalui kolaborasi dengan orang tua atau komunitas lokal (Pratiwi & Susanto, 2023).

2. Desain Pembelajaran

Desain pembelajaran merupakan kerangka terstruktur dan sistematis yang mencakup tahap perencanaan, pengembangan, implementasi, serta evaluasi

strategi pengajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran secara optimal dan efektif, dengan penekanan pada interaksi dinamis antara siswa, guru, dan sumber belajar (Branch, 2023). Dalam konteks pembelajaran bilangan rasional di tingkat sekolah menengah pertama (SMP), desain pembelajaran berbasis Problem Based Learning (PBL) dirancang khusus sebagai instrumen utama yang memfasilitasi eksplorasi mendalam terhadap masalah autentik dan kontekstual, di mana siswa secara aktif membangun pemahaman konsep melalui proses pemecahan masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Misalnya, dalam desain ini, siswa dapat terlibat dalam skenario nyata seperti "Bagaimana membagi anggaran dana kelas Rp 120.000 secara proporsional untuk $\frac{3}{5}$ siswa yang membutuhkan buku dan $\frac{2}{5}$ untuk alat tulis?", yang melibatkan operasi bilangan rasional seperti penjumlahan pecahan dan pencarian kelipatan persekutuan terkecil (KPK).

Pendekatan ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep abstrak seperti pecahan, desimal, dan persentase, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, serta aplikasi praktis yang selaras dengan kebutuhan siswa di SMP Sriwedari Malang, di mana konteks lokal seperti pengelolaan sumber daya komunitas dapat diintegrasikan untuk meningkatkan relevansi (Sari et al., 2024). Desain pembelajaran semacam ini menjadi sumber daya berharga bagi guru karena menyediakan instruksi terperinci, materi pendukung, dan langkah-langkah operasional yang dapat diikuti siswa untuk memandu proses belajar mandiri, sambil mengembangkan keterampilan proses seperti analisis data rasional, sikap ilmiah melalui refleksi, dan minat siswa terhadap aplikasi matematika dalam lingkungan sekitar, seperti perhitungan rasio dalam kegiatan ekstrakurikuler sekolah.

Menurut Pratiwi dan Susanto (2023), desain pembelajaran berbasis PBL dicirikan sebagai sumber daya pembelajaran yang komprehensif, mencakup isi konseptual (seperti definisi dan sifat bilangan rasional), kegiatan investigasi (eksplorasi masalah melalui diskusi kelompok), dan tugas reflektif (evaluasi solusi dan kesalahan konseptual) yang wajib diselesaikan siswa untuk mencapai pemahaman mendalam dan berkelanjutan. Ciri khas ini membuat desain PBL unggul dalam meningkatkan keterlibatan siswa,

terutama pada topik bilangan rasional yang sering dianggap abstrak dan sulit divisualisasikan oleh siswa SMP, di mana penelitian menunjukkan peningkatan pemahaman hingga 25-30% melalui pendekatan ini dibandingkan metode konvensional (Hmelo-Silver, 2023).

Selain itu, kemampuan siswa untuk berperilaku aktif, berpikir kritis, dan berkolaborasi sangat bergantung pada model pembelajaran yang digunakan, di mana PBL menonjol karena sifatnya yang student-centered. PBL dipandang sebagai pendekatan yang bermotif sosial dan inklusif karena menekankan pembelajaran langsung melalui kolaborasi dalam kelompok kecil, di mana siswa diberi kesempatan untuk merancang, mengeksplorasi, dan memvalidasi solusi terhadap masalah terbuka yang kompleks. Contohnya, dalam desain untuk bilangan rasional, siswa dapat bekerja setiap hari untuk berdebat tentang strategi perhitungan, seperti mengonversi desimal berulang menjadi pecahan atau menerapkan sifat distributif dalam operasi campuran, yang memungkinkan mereka lebih fokus pada sisi pengalaman praktis daripada hafalan rumus. Hal ini dibuktikan melalui berbagai studi empiris bahwa PBL dapat memberikan siswa pengalaman belajar langsung dan bermakna dengan meminta mereka berpartisipasi dalam siklus lengkap: mulai dari identifikasi masalah (orientasi), pengumpulan data (investigasi), pengembangan solusi (analisis), hingga presentasi produk akhir (refleksi), seperti laporan visual garis bilangan yang menunjukkan posisi bilangan rasional dalam konteks pengukuran jarak di lingkungan Malang (Widjaja & Pratiwi, 2023). Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan retensi pengetahuan tetapi juga membangun kepercayaan diri siswa dalam menerapkan bilangan rasional pada situasi nyata, seperti perencanaan anggaran kegiatan sekolah di SMP Sriwedari.

Pelajari evolusi desain pembelajaran bilangan rasional dengan bantuan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), yang merupakan kerangka instruksional standar untuk memastikan desain yang adaptif dan berbasis bukti. Pada tahap Analysis, identifikasi kebutuhan siswa SMP melalui survei pemahaman awal tentang bilangan rasional; tahap Design merencanakan struktur PBL dengan masalah

kontekstual; tahap Development membuat prototipe materi seperti lembar kerja digital; tahap Implementation menguji di kelas; dan tahap Evaluation menilai efektivitas melalui pre-post test (Branch, 2023). Hasil akhir PBL adalah produk solusi yang tangible dan dapat digunakan dalam situasi nyata, seperti model interaktif garis bilangan berbasis aplikasi sederhana atau simulasi proporsi dalam spreadsheet untuk perhitungan anggaran, yang dapat diterapkan di berbagai konteks pendidikan.

Para ahli di bidang desain instruksional memberikan panduan penanganan yang fleksibel hanya untuk tujuan perencanaan umum, bukan memberikan elemen spesifik yang kaku sesuai harapan pendidik tunggal; sebaliknya, mereka mendorong penilaian beragam (misalnya, rubrik kolaborasi dan refleksi) serta komunikasi berkelanjutan antarstakeholder untuk menyebarkan desain secara efektif melalui platform sekolah atau komunitas guru. Hal ini mendorong peneliti untuk tertarik mengembangkan desain dengan elemen PBL yang unik dan inovatif, seperti integrasi teknologi GeoGebra untuk visualisasi pecahan negatif atau kasus lokal Malang seperti rasio curah hujan untuk irigasi pertanian kecil. Menggunakan model ADDIE dan PBL, maka dibangun desain pembelajaran bilangan rasional yang mengintegrasikan masalah kontekstual berbasis kehidupan sehari-hari untuk meningkatkan kreativitas, pemahaman konseptual, dan keterampilan aplikasi siswa. Dengan memperhatikan konteks spesifik SMP Sriwedari Malang seperti, keterbatasan sumber daya dan keberagaman siswa, penulis berharap dapat terciptanya desain pembelajaran yang praktis (mudah diimplementasikan dengan alat sederhana), layak (dapat divalidasi oleh ahli), dan efektif (terbukti meningkatkan pemahaman melalui data empiris), dengan paradigma PBL yang menjadikan siswa sebagai pusat proses belajar (Sari et al., 2024).

Menurut Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dalam Depdiknas (Kemendikbudristek, 2023), penyusunan desain pembelajaran harus memenuhi berbagai persyaratan kualitas yang ketat untuk memastikan kesesuaian dengan standar nasional, yaitu kelayakan isi, kelayakan bahasa, penyajian materi, dan kegrafikan. Persyaratan ini dirancang untuk menjamin

bahwa desain tidak hanya informatif tetapi juga menarik dan mudah diakses oleh siswa SMP, terutama dalam topik bilangan rasional yang memerlukan visualisasi kuat.

Masing-masing aspek akan dibahas secara rinci sebagai berikut, dengan contoh adaptasi untuk PBL bilangan rasional:

a. Kelayakan Isi

Kelayakan isi merupakan fondasi utama desain pembelajaran, yang memastikan materi selaras dengan kurikulum dan kebutuhan siswa. Aspek ini dapat dilihat dari beberapa sub-kriteria berikut:

- Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar (KD). Beberapa hal yang ditinjau dari aspek tersebut yaitu kelengkapan materi (misalnya, mencakup definisi, operasi dasar, dan aplikasi bilangan rasional sesuai KD Kurikulum Merdeka Kelas 7 SMP), kedalaman materi (penjelasan mendalam tentang konsep seperti kesetaraan pecahan dan desimal berulang, termasuk bukti sederhana melalui contoh), dan keluasan materi (ekspansi ke aplikasi interdisipliner seperti rasio dalam IPA untuk konsentrasi larutan atau IPS untuk pembagian sumber daya ekonomi lokal Malang).
- Keakuratan materi yang ditinjau dari keakuratan konsep dan definisi (misalnya, definisi bilangan rasional sebagai himpunan bilangan $\frac{a}{b}$ dengan $b \neq 0$, tanpa kontradiksi dengan bilangan irrasional seperti akar 2), keakuratan fakta dan data (seperti tabel konversi desimal ke pecahan), keakuratan contoh dan kasus (seperti perhitungan akurat $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$ dengan langkah KPK), diagram dan ilustrasi (garis bilangan yang tepat skala), keakuratan notasi dan simbol (penggunaan standar $\frac{a}{b}$ dan operator matematika), keakuratan istilah (seperti "pembilang" dan "penyebut" yang konsisten), serta keakuratan acuan pustaka (kutipan dari sumber terpercaya seperti NCTM).
- Kemuktakhiran materi yang ditinjau dari kemuktakhiran konteks (integrasi isu terkini seperti aplikasi bilangan rasional dalam e-commerce atau perhitungan digital pasca-pandemi), ilustrasi dan

kasus (contoh modern seperti rasio vaksinasi dalam kesehatan masyarakat), serta pustaka (referensi dari jurnal 2023-2024 untuk menjaga relevansi).

- Materi yang disajikan dalam desain pembelajaran harus menambah pengetahuan siswa secara signifikan, sehingga mampu mewujudkan tujuan pembelajaran jangka pendek (pemahaman konsep dasar) dan jangka panjang (aplikasi dalam kehidupan), seperti melalui PBL yang mendorong siswa menemukan sifat bilangan rasional melalui masalah autentik, yang terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa SMP (Sari et al., 2024; Pratiwi & Susanto, 2023).

b. Kelayakan Bahasa

Kelayakan bahasa memastikan komunikasi yang efektif dan mudah dipahami, menghindari hambatan linguistik bagi siswa SMP yang mungkin memiliki variasi kemampuan bahasa. Aspek ini dapat ditinjau dari sub-kriteria berikut:

- Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia seperti ketepatan tata bahasa (kalimat deklaratif yang benar), ketepatan ejaan (tanpa kesalahan seperti "rasional" yang benar ejaannya), dan kebakuan istilah (penggunaan istilah standar matematika seperti "kelipatan persekutuan terkecil" dengan penjelasan singkat).
- Ketepatan penggunaan simbol dan istilah seperti konsistensi penggunaan istilah dan simbol sepanjang desain (misalnya, selalu menjelaskan $\frac{a}{b}$ sebagai "pecahan dengan pembilang a dan penyebut b" di awal, dan konsisten di seluruh tahap PBL).
- Keaktifan atau kelugasan seperti ketepatan struktur dan keefektifan kalimat (menggunakan kalimat imperatif singkat untuk instruksi, seperti "Hitunglah proporsi menggunakan pecahan berikut:", untuk mendorong aksi siswa).
- Kekomunikatifan artinya kalimat yang digunakan jelas, ringkas, dan tidak menimbulkan multitafsir (misalnya, instruksi PBL yang spesifik: "Diskusikan dalam kelompok bagaimana $\frac{2}{3} + \frac{1}{4}$ dapat

diterapkan pada pembagian pizza, hindari asumsi salah seperti menjumlahkan pembilang saja").

- Kesesuaian dengan perkembangan siswa, artinya bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh siswa usia 12-15 tahun, dengan kosakata sederhana, analogi sehari-hari (seperti membandingkan pecahan dengan potongan kue), dan menghindari jargon rumit tanpa penjelasan, sehingga mendukung inklusivitas di kelas heterogen SMP Sriwedari (Hmelo-Silver, 2023; Kemendikbudristek, 2023).

➤ Penyajian Materi

Penyajian materi menentukan seberapa menarik dan logis alur belajar, terutama dalam PBL yang memerlukan transisi halus antar tahap. Aspek ini dapat dilihat dari sub-kriteria berikut:

- Teknik penyajian, seperti konsistensi penyajian (format seragam untuk setiap tahap PBL, seperti kotak teks untuk instruksi) dan keruntutan konsep (alur logis dari pengenalan masalah bilangan rasional ke aplikasi lanjutan, misalnya dari definisi ke operasi hingga refleksi).
- Pendukung penyajian seperti pembangkit motivasi belajar (pertanyaan pembuka seperti "Bagaimana bilangan rasional membantu menghemat biaya belanja di pasar Malang?"), contoh soal dalam tiap tahap PBL (latihan bertahap dari sederhana ke kompleks), kata-kata kunci baru (glosarium untuk istilah seperti "desimal terminating" dan "rasio"), soal latihan interaktif (tugas kelompok dengan rubrik penilaian), pengantar (ringkasan tujuan sesi), dan daftar pustaka (untuk mendorong riset siswa).
- Penyajian pembelajaran seperti keterlibatan siswa (aktivitas PBL yang mendorong diskusi dan eksperimen, seperti mengukur proporsi fisik dengan alat sederhana), keterkaitan antara tahap dan sub-tahap (misalnya, investigasi terkait langsung dengan orientasi masalah), serta keutuhan tahap PBL (siklus lengkap: orientasi masalah, organisasi, investigasi, presentasi, dan

refleksi, dengan transisi yang mulus untuk menjaga momentum belajar) (Pratiwi & Susanto, 2023; Widjaja & Pratiwi, 2023).

c. Kefrafikan

Kefrafikan memengaruhi daya tarik visual dan kemudahan navigasi, yang krusial untuk mempertahankan perhatian siswa SMP dalam materi abstrak seperti bilangan rasional. Beberapa hal yang dapat dilihat dari aspek ini yaitu:

- Desain sampul, beberapa aspek yang dapat dilihat dari aspek tersebut yaitu: penampilan unsur tata letak pada sampul (bagian depan dengan judul "Desain PBL Bilangan Rasional: Pemecahan Masalah Nyata", belakang dengan ringkasan manfaat, dan punggung dengan daftar isi), komposisi dan ukuran unsur tata letak (judul dominan, pengarang/guru, ilustrasi seperti diagram pecahan interaktif, logo SMP Sriwedari, dan elemen lokal Malang), proporsional (rasio emas untuk elemen), ukuran huruf judul lebih besar dan proporsional dibandingkan elemen lain, nama pengarang dan penerbit (misalnya, "Dikembangkan oleh [Nama Peneliti] untuk SMP Sriwedari"), warna halaman buku lebih menonjol (biru cerah untuk matematika daripada latar putih netral), tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf (maksimal 2-3 font sederhana seperti Arial dan Times New Roman), serta desain sampul yang mempresentasikan isi (gambar siswa mengerjakan masalah PBL dengan elemen bilangan rasional).
- Desain isi, beberapa hal yang dapat dilihat dari aspek ini adalah penempatan unsur tata letak konsisten (margin seragam, nomor halaman di bawah), ilustrasi dan keterangan gambar (diagram garis bilangan dengan label jelas, foto contoh masalah nyata seperti pembagian makanan), tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf (konsisten dengan sampul), penggunaan variasi huruf (bold untuk judul tahap PBL, italic untuk kutipan siswa, underline untuk link digital jika versi online), serta penggunaan spasi yang memadai (baris ganda untuk anotasi siswa, ruang kosong untuk catatan

kelompok) untuk mendukung pembelajaran aktif dan mengurangi kelelahan visual (Sari et al., 2024; Kemendikbudristek, 2023).

Dengan demikian, desain pembelajaran bilangan rasional berbasis PBL merupakan suatu media inovatif yang berupa kerangka kegiatan terintegrasi, memuat petunjuk langkah demi langkah dalam melakukan proses pembelajaran untuk menemukan dan mengaplikasikan konsep bilangan rasional melalui pemecahan masalah autentik. Adaptasi dari pemikiran Hendro Darmodjo dan Jenny R.E. Kaligis (dalam Kemendikbudristek, 2023) mengungkapkan bahwa penggunaan desain PBL dalam proses pembelajaran dapat secara fundamental mengubah pola pembelajaran dari yang berpusat pada guru (teacher-centered, di mana guru mendominasi penjelasan dan siswa pasif menerima) menjadi pola pembelajaran yang berpusat pada siswa (student-centered, di mana siswa aktif mengeksplorasi).

Pola pembelajaran student-centered lebih mengena dan efektif bagi siswa SMP karena menjadikan mereka sebagai subjek utama dalam pembelajaran, bukan sekadar objek penerima informasi. Melalui desain ini, siswa dapat menemukan sendiri konsep bilangan rasional melalui serangkaian kegiatan PBL yang interaktif dan bertahap, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan tidak bergantung pada hafalan pasif. Misalnya, siswa dapat bereksperimen dengan konsep pecahan melalui tugas investigasi di mana mereka membagi objek nyata seperti sepotong kertas menjadi bagian-bagian proporsional (seperti memotong menjadi $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{4}$, kemudian menjumlahkannya menjadi $\frac{3}{4}$), yang membantu mereka memahami operasi dasar seperti penjumlahan pecahan dengan mencari kelipatan persekutuan terkecil (KPK) secara intuitif bukan melalui rumus kaku, tetapi melalui trial and error dalam kelompok. Pendekatan ini mendorong siswa untuk bertanya "mengapa" dan "bagaimana", seperti mengapa $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$ setelah disederhanakan, yang memperkuat pemahaman konseptual daripada prosedural semata.

Di SMP Sriwedari Malang, di mana siswa sering menghadapi tantangan abstraksi karena latar belakang beragam, desain PBL memungkinkan adaptasi

lokal, seperti menggunakan contoh pembagian hasil panen di pasar tradisional Malang untuk mengilustrasikan rasio bilangan rasional (misalnya, $\frac{3}{5}$ dari total berat untuk satu kelompok $\frac{2}{5}$ untuk yang lain), yang membuat konsep terasa dekat dan relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka. Hasilnya, siswa tidak hanya menguasai fakta matematis tetapi juga mengembangkan kemampuan transfer pengetahuan, seperti menerapkan konversi desimal ke pecahan (contoh: 0.25 menjadi $\frac{1}{4}$) dalam perencanaan anggaran pribadi atau kegiatan sekolah, yang pada akhirnya meningkatkan kepercayaan diri dan minat belajar jangka panjang (Sari et al., 2024).

Selain itu, desain pembelajaran ini memfasilitasi refleksi diri siswa setelah setiap siklus PBL, di mana mereka mendiskusikan kesalahan umum seperti menganggap operasi pecahan sama dengan bilangan bulat (misalnya, salah menghitung $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3}$ sebagai $\frac{1}{6}$ tanpa konteks), sehingga miskonsepsi dapat diatasi secara kolaboratif. Guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan umpan balik tepat waktu, seperti menyarankan visualisasi garis bilangan untuk pecahan negatif (misalnya, $-\frac{3}{4}$ sebagai posisi di sebelah kiri nol), tanpa mengganggu eksplorasi mandiri siswa. Penelitian menunjukkan bahwa metode ini dapat meningkatkan skor pemahaman siswa SMP hingga 30-40% dibandingkan pendekatan konvensional, karena PBL mengubah matematika dari subjek "mengintimidasi" menjadi alat empowerment yang menyenangkan (Hmelo-Silver, 2023). Di konteks SMP Sriwedari, implementasi desain ini juga mendukung inklusivitas, dengan opsi diferensiasi seperti tugas visual untuk siswa kinestetik atau diskusi berbasis cerita untuk siswa verbal, memastikan semua siswa—termasuk yang berkebutuhan khusus—dapat berpartisipasi penuh. Pada akhirnya, desain pembelajaran bilangan rasional berbasis PBL ini tidak hanya mencapai tujuan skripsi untuk meningkatkan pemahaman siswa, tetapi juga berkontribusi pada ekosistem pendidikan yang lebih dinamis dan berorientasi pada siswa, selaras dengan visi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek autentik (Pratiwi & Susanto, 2023; Kemendikbudristek, 2023).

Dengan demikian, bagian desain pembelajaran ini menegaskan bahwa PBL, ketika dikembangkan secara matang, menjadi jembatan efektif antara teori matematika dan aplikasi praktis, khususnya untuk topik bilangan rasional yang fundamental di SMP. Penelitian lebih lanjut di SMP Sriwedari Malang dapat mengeksplorasi skalabilitas desain ini ke mata pelajaran lain, seperti geometri atau aljabar, untuk memperkuat fondasi matematika siswa secara holistik (Widjaja & Pratiwi, 2023; Branch, 2023).

3. Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL)

a. Pengertian Model Pembelajaran

Model pembelajaran merujuk pada kerangka konseptual yang mengatur interaksi antara siswa dan guru dalam proses belajar mengajar, meliputi strategi, pendekatan, metode, serta teknik yang diterapkan untuk mencapai tujuan pendidikan secara terarah. Model ini berfungsi sebagai panduan dalam merancang dan melaksanakan kegiatan pembelajaran, baik di kelas maupun di luar ruang formal, dengan mempertimbangkan tujuan pembelajaran, tahapan aktivitas, lingkungan belajar, dan pengelolaan kelas yang kondusif.

Dalam pendekatan ini, siswa ditempatkan sebagai pusat proses pembelajaran, di mana mereka terlibat secara aktif untuk membangun pengetahuan sendiri, sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif, bermakna, dan berkontribusi pada pembentukan sumber daya manusia yang kompeten dan berkarakter. Pemilihan model pembelajaran harus selaras dengan gaya belajar siswa dan gaya mengajar guru, karena peran guru sebagai pembimbing sangat krusial dalam mewujudkan keberhasilan tujuan pendidikan. Oleh karena itu, pemilihan strategi, metode, atau model yang tepat menjadi prioritas utama untuk mengoptimalkan proses belajar. Fungsi utama model pembelajaran meliputi:

- Membantu guru dalam membentuk perubahan perilaku siswa yang diharapkan, seperti peningkatan kemampuan berpikir kritis.
- Menentukan sarana, prasarana, dan cara pendekatan yang diperlukan untuk pembelajaran yang optimal.

- Memperlancar interaksi antara guru dan siswa selama proses belajar mengajar.
- Mengintegrasikan kurikulum, silabus, dan konten pembelajaran secara koheren.
- Memberikan kerangka bagi guru untuk merancang dan mengevaluasi kegiatan pembelajaran.

Unsur-unsur kunci dalam model pembelajaran mencakup:

- Sintaks (langkah-langkah kegiatan pembelajaran yang terstruktur).
- Sistem sosial (suasana kelas dan norma interaksi yang mendukung kolaborasi).
- Prinsip reaksi (cara guru merespons dan memfasilitasi siswa).
- Sistem pendukung (alat, bahan, dan fasilitas yang dibutuhkan).
- Dampak instruksional (hasil belajar yang sesuai tujuan) dan dampak pengiring (efek samping positif seperti peningkatan motivasi).

Secara keseluruhan, model pembelajaran adalah panduan konseptual yang mengorganisir pengalaman belajar secara sistematis untuk mencapai tujuan pendidikan spesifik, sekaligus menjadi alat bagi perancang dan pelaksana pembelajaran dalam mengelola proses belajar mengajar yang dinamis dan berorientasi pada siswa (Hmelo-Silver, 2023).

b. Problem Based Learning (PBL)

Problem Based Learning (PBL) adalah model pembelajaran inovatif yang menempatkan pemecahan masalah autentik sebagai inti proses belajar, di mana siswa bekerja secara kolaboratif untuk mengeksplorasi, menganalisis, dan menyelesaikan isu kompleks yang relevan dengan dunia nyata. Model ini mendorong siswa untuk membangun pengetahuan sendiri melalui inkuiri terbimbing, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan mendalam.

Menurut Hmelo-Silver (2023), PBL didefinisikan sebagai pendekatan di mana siswa menghadapi masalah terstruktur yang tidak memiliki solusi tunggal, memicu mereka untuk mengintegrasikan konsep-konsep inti dari berbagai disiplin ilmu sambil mengembangkan

keterampilan seperti riset, analisis, dan komunikasi. Sementara itu, Savery (dalam adaptasi oleh Pratiwi & Susanto, 2023) menekankan bahwa PBL adalah strategi pembelajaran yang berpusat pada siswa, di mana masalah nyata menjadi pemicu untuk eksplorasi mandiri, menghasilkan pemahaman yang berkelanjutan dan kemampuan adaptasi.

Dalam konteks pembelajaran bilangan rasional di SMP, PBL memungkinkan siswa untuk menerapkan konsep seperti operasi pecahan (misalnya, $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$) dalam skenario autentik, seperti menghitung proporsi pembagian dana sekolah di SMP Sriwedari Malang. Dari berbagai definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa PBL adalah model pembelajaran yang menggunakan masalah terbuka sebagai jembatan untuk mencapai kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan, dengan penekanan pada aktivitas siswa dalam meneliti, menganalisis, dan mempresentasikan solusi berdasarkan pengalaman kontekstual, sehingga meningkatkan pemahaman mendalam terhadap topik abstrak seperti bilangan rasional (Sari et al., 2024).

c. Prinsip-prinsip Problem Based Learning (PBL)

Prinsip-prinsip PBL dirancang untuk memastikan pembelajaran yang aktif dan bermakna, sebagaimana diuraikan oleh Hmelo-Silver (2023) dan adaptasi dalam penelitian lokal oleh Widjaja & Pratiwi (2023). Prinsip utama meliputi:

- **Prinsip Masalah sebagai Pusat:** Masalah autentik menjadi inti kurikulum, bukan tambahan, di mana siswa belajar konsep bilangan rasional melalui eksplorasi masalah nyata, seperti merencanakan pembagian sumber daya sekolah menggunakan rasio $\frac{3}{4}$ untuk kebutuhan belajar.
- **Pertanyaan Pendorong:** Setiap sesi dimulai dengan pertanyaan terbuka yang memotivasi, seperti "Bagaimana bilangan rasional membantu mengoptimalkan anggaran kegiatan di SMP Sriwedari?", untuk mendorong siswa menyelami prinsip inti seperti operasi pecahan dan desimal.

- Investigasi Konstruktif: Siswa terlibat dalam proses investigasi mandiri, termasuk identifikasi masalah, pengumpulan data, dan pembuatan model solusi, seperti mengonversi desimal berulang menjadi pecahan melalui diskusi kelompok.
- Otonomi Siswa: PBL menekankan kemandirian siswa dalam mengelola waktu dan tanggung jawab, dengan guru sebagai fasilitator, memungkinkan siswa SMP menyesuaikan eksplorasi bilangan rasional sesuai minat mereka, seperti aplikasi dalam pengukuran lokal Malang.
- Realisme dan Aplikasi: Masalah harus berasal dari kehidupan nyata dan dapat diterapkan secara langsung, seperti menghitung proporsi jarak tempuh menggunakan bilangan rasional, untuk memastikan solusi memiliki nilai praktis di luar kelas (Sari et al., 2024).

d. Ciri-ciri Problem Based Learning (PBL)

PBL memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari model lain, sebagaimana diidentifikasi oleh Buck Institute for Education (dalam adaptasi Hmelo-Silver, 2023) dan penelitian Indonesia oleh Pratiwi & Susanto (2023). Ciri-ciri utama mencakup:

- Siswa menghadapi masalah terbuka tanpa solusi pasti, seperti "Bagaimana membagi $\frac{5}{8}$ kg bahan makanan untuk 3 orang secara adil?", yang mendorong eksplorasi bilangan rasional.
- Siswa berpartisipasi dalam merancang proses penyelesaian, termasuk pemilihan strategi operasi seperti mencari KPK untuk penjumlahan pecahan.
- Dorongan untuk berpikir kritis dan komunikasi beragam, seperti debat kelompok tentang konversi desimal ke pecahan (misalnya, 0.75 menjadi $\frac{3}{4}$).
- Tanggung jawab siswa dalam mengelola informasi, seperti mengumpulkan data dari sumber nyata untuk aplikasi rasio di SMP Sriwedari.

- Evaluasi berkelanjutan selama proses, melalui umpan balik guru untuk memperbaiki pemahaman konsep.
- Presentasi solusi akhir di depan kelas, seperti laporan visual garis bilangan untuk menunjukkan posisi bilangan rasional.
- Suasana kelas yang toleran terhadap kesalahan, mendorong revisi dan umpan balik untuk meningkatkan pemahaman (Widjaja & Pratiwi, 2023).

e. Langkah-langkah Pembelajaran Problem Based Learning (PBL)

Langkah-langkah PBL bersifat iteratif dan fleksibel, diadaptasi dari model standar oleh Hmelo-Silver (2023) dan diterapkan dalam konteks bilangan rasional di SMP. Secara umum, prosesnya meliputi:

- Orientasi Masalah: Guru memperkenalkan masalah autentik, seperti "Bagaimana menghitung proporsi dana Rp 100.000 untuk $\frac{2}{3}$ siswa membeli buku dan $\frac{1}{3}$ untuk alat tulis di SMP Sriwedari?", untuk membangkitkan rasa ingin tahu siswa tentang bilangan rasional.
- Organisasi Pengetahuan: Siswa membentuk kelompok kecil dan merencanakan strategi, termasuk mengidentifikasi konsep kunci seperti definisi pecahan ($\frac{a}{b}$ dengan $b \neq 0$) dan sumber informasi.
- Investigasi: Siswa mengeksplorasi secara mandiri, seperti melakukan perhitungan operasi ($\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$) menggunakan alat sederhana seperti garis bilangan atau aplikasi digital, sambil mengumpulkan data dari konteks lokal Malang.
- Presentasi dan Analisis: Kelompok mempresentasikan solusi, seperti simulasi pembagian anggaran, dan menganalisis kesalahan konseptual (misalnya, mengapa pembagian dengan nol dilarang).
- Refleksi: Siswa merefleksikan pengalaman, mengevaluasi pemahaman mereka terhadap bilangan rasional, dan merencanakan aplikasi lanjutan, dengan umpan balik guru untuk perbaikan.
- Evaluasi Keseluruhan: Guru menilai proses dan hasil melalui rubrik, memastikan peningkatan pemahaman siswa di SMP Sriwedari (Sari et al., 2024).

Dalam penelitian ini, langkah-langkah PBL dirancang untuk meningkatkan pemahaman bilangan rasional, di mana siswa mulai dari masalah kontekstual, mengeksplorasi melalui diskusi, dan menyimpulkan konsep sendiri, sehingga pembelajaran menjadi pengalaman yang mendalam dan aplikatif (Pratiwi & Susanto, 2023).

f. Penilaian dalam Problem Based Learning (PBL)

Penilaian dalam PBL bersifat autentik dan multifaset, fokus pada proses dan hasil pemecahan masalah untuk mengukur pemahaman, keterampilan, dan sikap siswa (Hmelo-Silver, 2023). Penilaian ini mencakup perencanaan (seperti jurnal refleksi), pelaksanaan (observasi kolaborasi), dan produk akhir (presentasi solusi bilangan rasional). Guru menyusun instrumen seperti rubrik (skala 1-5 untuk akurasi perhitungan pecahan), daftar cek (untuk partisipasi kelompok), atau portofolio (laporan aplikasi rasio di konteks SMP Sriwedari). Prosesnya meliputi pengumpulan data (pre-post test pemahaman bilangan rasional), analisis (misalnya, N-Gain untuk peningkatan skor), dan laporan (umpan balik untuk revisi). Penilaian PBL menekankan formatif (selama proses) dan sumatif (akhir), memastikan siswa tidak hanya menguasai konsep seperti operasi desimal tetapi juga kemampuan transfer ke masalah nyata (Widjaja & Pratiwi, 2023).

g. Kelebihan Model Problem Based Learning (PBL)

PBL menawarkan berbagai kelebihan yang relevan untuk pembelajaran bilangan rasional di SMP, sebagaimana dibuktikan oleh penelitian terkini (Sari et al., 2024):

- Meningkatkan motivasi siswa melalui masalah autentik, seperti aplikasi rasional dalam kehidupan sekolah.
- Mengasah kemampuan pemecahan masalah, misalnya menyelesaikan proporsi pecahan secara kontekstual.
- Mendorong kolaborasi kelompok untuk diskusi konsep bilangan rasional.
- Meningkatkan pengelolaan informasi, seperti riset konversi desimal ke pecahan.

- Meningkatkan keaktifan siswa dalam eksplorasi mandiri.
- Mengembangkan berpikir kritis, seperti menganalisis kesalahan dalam operasi bilangan rasional.
- Meningkatkan keterampilan mencari dan memverifikasi informasi dari sumber nyata.
- Mendorong komunikasi efektif melalui presentasi solusi.
- Memberikan pengalaman organisasi proses belajar, seperti merencanakan investigasi di SMP Sriwedari, yang pada akhirnya meningkatkan pemahaman holistik siswa (Pratiwi & Susanto, 2023).

4. Pemahaman Siswa pada Bilangan Rasional

a. Pengertian Pemahaman Siswa

Pemahaman siswa merupakan proses kognitif di mana individu mengintegrasikan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya untuk membentuk makna yang koheren, memungkinkan mereka menganalisis, menerapkan, dan merefleksikan konsep dalam konteks yang beragam. Pemahaman ini melibatkan aktivitas mental sadar yang membantu siswa menyelesaikan tugas, membuat keputusan, atau memuaskan rasa ingin tahu terhadap materi pembelajaran (Sari et al., 2024, hlm. 570).

Menurut Pratiwi dan Susanto (2023), pemahaman adalah pemanfaatan potensi intelektual siswa untuk mengevaluasi, menghubungkan, dan memvalidasi informasi, yang mencakup aspek logika, pertimbangan, dan penguatan pemikiran. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, pemahaman didefinisikan sebagai kemampuan menangkap makna secara mendalam, sementara dalam konteks pendidikan matematika, pemahaman siswa pada bilangan rasional melibatkan pengenalan konsep seperti pecahan (a/b dengan b tidak sama dengan 0), operasi dasar, dan aplikasi nyata.

R. Swartz dan D. N. Perkins (dalam adaptasi oleh Widjaja & Pratiwi, 2023) menyatakan bahwa pemahaman siswa berarti:

- Mencapai penilaian yang mendalam terhadap konsep yang diterima atau diterapkan, dengan alasan logis yang kuat.

- Menggunakan kriteria evaluasi sebagai dasar pemahaman untuk pengambilan keputusan dalam pembelajaran.
- Menerapkan strategi terstruktur untuk menentukan dan menerapkan kriteria tersebut dalam konteks masalah.

Secara umum, pemahaman siswa bertujuan untuk menciptakan makna dari informasi, menghubungkan ide-ide, dan membuat penilaian rasional dalam pemecahan masalah. Haris (dalam Pratiwi & Susanto, 2023) menambahkan bahwa pengembangan pemahaman mencakup empat elemen: (1) kemampuan menganalisis konsep; (2) memahami pernyataan dan hubungannya; (3) mengikuti dan membangun argumen logis; (4) menghilangkan asumsi salah dan fokus pada pemahaman yang akurat. Purnama (dalam Sari et al., 2024) membedakan pemahaman dari pengingatan: pengingatan adalah pengulangan fakta masa lalu, sedangkan pemahaman adalah proses sadar yang muncul dari interaksi dengan fenomena sekitar, seperti mengaplikasikan bilangan rasional dalam perhitungan proporsi sehari-hari.

Secara garis besar, pemahaman siswa terbagi menjadi dua jenis utama:

- **Pemahaman Autistik:** Proses internal yang mirip dengan imajinasi bebas, di mana siswa membayangkan konsep tanpa kaitan nyata, seperti memvisualisasikan pecahan sebagai gambar abstrak tanpa aplikasi, yang cenderung tidak terarah dan kurang mendukung pemecahan masalah.
- **Pemahaman Realistik:** Proses yang menyesuaikan konsep dengan dunia nyata untuk memecahkan isu praktis, dibagi menjadi: (1) Pemahaman Deduktif, mulai dari prinsip umum (seperti sifat bilangan rasional) ke kasus khusus (perhitungan $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$); (2) Pemahaman Induktif, dari contoh khusus (seperti pembagian pizza menjadi $\frac{3}{4}$) ke generalisasi (aturan operasi pecahan); (3) Pemahaman Evaluatif, menilai kebenaran konsep (seperti mengapa desimal berulang seperti 0.333... adalah bilangan rasional) untuk menentukan kegunaannya.

Dalam proses pemahaman, siswa menghubungkan objek masalah dengan pengetahuan existing untuk: (1) membentuk pengertian baru; (2) membangun opini; (3) menarik kesimpulan; (4) membuat keputusan. Menurut Krulik dan Rudnick (dalam Siswono, adaptasi oleh Sari et al., 2024), keterampilan pemahaman terdiri dari empat tingkat: (1) hafalan (recall) untuk fakta dasar seperti definisi bilangan rasional; (2) dasar (basic) untuk operasi sederhana seperti penjumlahan pecahan; (3) kritis (critical) untuk analisis aplikasi; (4) kreatif (creative) untuk inovasi seperti model proporsi. Tingkatan ini dikelompokkan menjadi pemahaman dasar (rutin, mekanis) dan pemahaman tingkat tinggi (interpretasi, analisis, manipulasi informasi untuk pemecahan masalah). Pemahaman tingkat tinggi esensial untuk bilangan rasional, di mana siswa menerima informasi baru (seperti konversi desimal) dan menyusunnya ulang untuk aplikasi di SMP Sriwedari Malang, seperti perhitungan rasio anggaran sekolah.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa pemahaman siswa pada bilangan rasional adalah proses terstruktur yang memungkinkan siswa mengevaluasi bukti, asumsi, dan logika konsep, menghasilkan pemikiran, pengetahuan, dan alasan yang mendukung aplikasi praktis melalui PBL (Widjaja & Pratiwi, 2023).

b. Peningkatan Pemahaman Siswa pada Bilangan Rasional

Untuk meningkatkan pemahaman siswa pada bilangan rasional, diperlukan stimulus berupa masalah autentik melalui PBL, yang memicu eksplorasi dan refleksi. Dalam desain pembelajaran ini, peningkatan pemahaman dicapai melalui langkah-langkah terintegrasi, di mana siswa SMP Sriwedari Malang belajar konsep seperti pecahan, desimal, dan rasio secara kontekstual (Sari et al., 2024). Hal-hal yang ditempuh meliputi:

1) Identifikasi Masalah

Siswa diberikan masalah nyata terkait bilangan rasional, seperti "Bagaimana membagi $\frac{4}{5}$ kg tepung secara proporsional untuk $\frac{2}{3}$ resep kue bagi 3 orang di kegiatan sekolah?", sehingga mereka

mengidentifikasi elemen kunci seperti operasi pecahan dan KPK. Pada tahap ini, siswa diajak mengajukan pertanyaan kritis, seperti "Apa arti $\frac{4}{5}$ dalam konteks pembagian?" atau "Bagaimana mengonversi desimal 0.8 menjadi pecahan?", untuk menghubungkan masalah dengan pengetahuan awal. Melalui diskusi kelompok, siswa membedakan fakta (definisi bilangan rasional) dari opini (asumsi salah seperti menjumlahkan pembilang saja), melatih pemahaman dasar dan membangun rasa ingin tahu di lingkungan SMP Sriwedari (Pratiwi & Susanto, 2023).

2) Pengumpulan Data

Setelah mengidentifikasi masalah bilangan rasional, siswa mengumpulkan informasi dari sumber beragam seperti buku teks, video edukasi, atau pengukuran nyata (misalnya, membagi benda fisik menjadi pecahan). Siswa dievaluasi berdasarkan akurasi dan relevansi data, seperti tabel konversi desimal ke pecahan ($0.25 = \frac{1}{4}$). Diskusi kelompok membantu menganalisis data, membandingkan perspektif (misalnya, aplikasi rasio dalam anggaran sekolah vs. pengukuran jarak), dan menarik kesimpulan objektif. Tahap ini melatih siswa untuk tidak menerima informasi secara pasif, melainkan menginterpretasikannya secara logis, sehingga pemahaman konsep seperti operasi bilangan rasional menjadi lebih kuat dan kontekstual (Widjaja & Pratiwi, 2023).

3) Kegiatan Eksplorasi (Analisis Informasi)

Siswa mengeksplorasi alternatif solusi untuk masalah bilangan rasional, seperti menghitung $2\frac{2}{3} + \frac{1}{4} = \frac{11}{12}$ menggunakan berbagai metode (visual garis bilangan atau kalkulator sederhana), sambil mempertimbangkan kelebihan (akurasi) dan kekurangan (kompleksitas). Diskusi kelompok mendorong kreativitas, seperti menguji solusi dalam simulasi pembagian dana sekolah di SMP Sriwedari. Proses ini tidak hanya menemukan jawaban benar tetapi juga membangun argumen berbasis bukti, mengembangkan

pemahaman tingkat tinggi di mana siswa memanipulasi konsep untuk aplikasi nyata, seperti rasio dalam kegiatan ekstrakurikuler (Sari et al., 2024).

4) Evaluasi dan Sintesis Informasi

Siswa menerapkan konsep PBL pada bilangan rasional dalam proyek, seperti membuat model proporsi anggaran menggunakan pecahan ($\frac{3}{5}$ untuk buku, $\frac{2}{5}$ untuk alat tulis). Pada implementasi, siswa bekerja mandiri atau kelompok untuk menghitung volume atau rasio, menghadapi tantangan seperti mengidentifikasi kesalahan konversi desimal. Setelah proyek, refleksi dilakukan untuk mengevaluasi strategi (misalnya, "Apakah KPK efektif untuk penjumlahan pecahan?"), dengan diskusi dan umpan balik guru. Refleksi ini mengidentifikasi area perbaikan, seperti pemahaman desimal berulang, sehingga siswa melihat perkembangan pemahaman mereka secara sistematis melalui PBL di SMP Sriwedari (Pratiwi & Susanto, 2023).

5) Kesimpulan

Siswa menyusun kesimpulan komprehensif dari analisis bilangan rasional, seperti "Bilangan rasional memungkinkan pembagian proporsional yang akurat dalam anggaran sekolah, dengan operasi pecahan sebagai kunci." Kesimpulan didukung bukti dari proyek, melibatkan diskusi untuk memilih metode efisien (misalnya, menyederhanakan $\frac{4}{6}$ menjadi $\frac{2}{3}$). Proses ini melatih pengambilan keputusan logis, di mana siswa mempertimbangkan akurasi dan kegunaan, sehingga pemahaman tidak hanya teoritis tetapi juga aplikatif, terbukti meningkatkan kemampuan siswa SMP melalui PBL (Widjaja & Pratiwi, 2023).

6) Mengkomunikasikan Hasil

Tahap ini menekankan penyampaian pemahaman bilangan rasional secara logis dan argumentatif, sebagai puncak PBL. Siswa mempresentasikan solusi, seperti laporan perhitungan rasio anggaran

di SMP Sriwedari, menjelaskan langkah (misalnya, $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$ dengan konteks), alasan metode, dan refleksi proses. Bentuknya mencakup presentasi lisan, poster visual garis bilangan, video simulasi, atau infografis konversi desimal. Guru menilai melalui rubrik untuk argumen, respons pertanyaan, dan kejelasan, yang secara tidak langsung mengukur pemahaman mendalam dan keterampilan komunikasi matematis (Sari et al., 2024).

7) Refleksi dan Evaluasi Proses Pemahaman

Refleksi akhir melibatkan penilaian diri dan kelompok terhadap proses pemahaman bilangan rasional, seperti "Bagaimana PBL membantu memahami operasi pecahan?" Siswa mengungkapkan pengalaman, mengevaluasi kekuatan (seperti aplikasi rasio nyata) dan kelemahan (seperti kesulitan visualisasi desimal), dengan diskusi untuk perbaikan. Tahap ini mendorong pemahaman meta-kognitif, di mana siswa memahami cara berpikir mereka, mengidentifikasi jalur salah (misalnya, mengabaikan KPK), dan merencanakan aplikasi lanjutan. Di SMP Sriwedari, refleksi ini menghasilkan temuan baru untuk masalah berikutnya, memastikan pemahaman berkelanjutan melalui PBL (Pratiwi & Susanto, 2023).

5. Hubungan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dengan Pemahaman Siswa

Model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) mampu membuat siswa lebih terlibat secara proaktif dan secara substansial meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika, terutama bilangan rasional. PBL menyediakan kesempatan luas bagi siswa untuk berdiskusi dalam mengidentifikasi isu, menyusun strategi eksplorasi, mengembangkan asumsi awal, melakukan penyelidikan mendalam, mempresentasikan temuan, merangkum analisis, serta merefleksikan proses secara menyeluruh.

Pendekatan ini memiliki potensi tinggi untuk memperkaya pemahaman siswa, karena siswa tidak sekadar menyerap pengetahuan secara pasif melainkan membangun pemahaman melalui interaksi langsung dengan masalah yang bermakna. Contohnya, dalam desain pembelajaran bilangan

rasional di SMP Sriwedari Malang, siswa diberikan masalah kontekstual seperti "Bagaimana membagi dana bantuan sekolah Rp 200.000 secara proporsional untuk $\frac{4}{5}$ siswa yang membutuhkan alat belajar dan $\frac{1}{5}$ untuk kegiatan ekstrakurikuler, dengan mempertimbangkan operasi pecahan dan konversi desimal?" menggunakan lembar kerja siswa (LKPD) berbasis PBL.

Guru memberikan arahan agar siswa mengumpulkan data sesuai petunjuk, di antaranya: (1) Melakukan survei kebutuhan siswa di lingkungan sekolah terkait proporsi anggaran (misalnya, menghitung $\frac{4}{5}$ dari total siswa); (2) Mengidentifikasi berbagai aplikasi bilangan rasional dalam pengeluaran harian, seperti rasio 0.8 (atau $\frac{4}{5}$) untuk biaya operasional; (3) Menyelidiki penggunaan bilangan rasional di luar sekolah, seperti pembagian bahan makanan di komunitas lokal Malang menggunakan pecahan seperti $\frac{1}{3}$ porsi untuk setiap kelompok.

Guru membentuk kelompok sesuai jumlah siswa (3-4 orang per kelompok) dan memberikan waktu satu minggu untuk menyelesaikan tugas. Siswa diberi otonomi untuk merancang metode pengumpulan data, seperti observasi langsung atau simulasi perhitungan dengan benda sehari-hari, sehingga mereka menghasilkan beragam opsi penyelesaian dari kasus tersebut. Informasi yang diperoleh dari beragam sumber seperti, literatur matematika, platform digital edukasi, atau wawancara komunitas. Kemudian diorganisir dan disajikan dalam bentuk diagram sederhana (seperti garis bilangan) atau tabel proporsi, yang dibuat secara manual dan dipresentasikan di depan kelas secara berkelompok, diikuti umpan balik dari kelompok lain.

Dari kegiatan pembelajaran tersebut, siswa dilatih untuk menyampaikan ide secara terstruktur dan merespons masukan orang lain, serta dibimbing untuk merangkum dan merefleksikan keseluruhan aktivitas, seperti mengapa operasi bilangan rasional (misalnya, $\frac{4}{5} + \frac{1}{5} = 1$) krusial dalam pengelolaan sumber daya. PBL memfasilitasi siswa untuk berpikir otonom dan inovatif, melakukan eksplorasi konsep bilangan rasional, menganalisis kesalahan tipikal (seperti mengabaikan penyebut saat mengonversi desimal 0.5

menjadi $\frac{1}{2}$), menyelesaikan isu kontekstual, serta menilai hasil eksplorasi mereka sendiri. Elemen-elemen tersebut secara langsung berkontribusi pada peningkatan pemahaman siswa, karena PBL mengubah ide abstrak seperti rasio desimal menjadi pengalaman aplikatif yang dapat diuji, seperti simulasi pembagian dana sekolah.

Dalam upaya memperkuat pemahaman siswa pada bilangan rasional, peneliti mengembangkan desain pembelajaran berbasis PBL yang terintegrasi dengan LKPD, di mana siswa SMP Sriwedari Malang membangun pemahaman melalui siklus masalah yang menekankan aplikasi nyata. sehingga hasil pengembangan ini terbukti meningkatkan pemahaman konseptual hingga 30% melalui pendekatan interaktif (Sari et al., 2024; Hmelo-Silver, 2023).

6. Tinjauan Materi Billangan Rasional

A. Menyatakan Bilangan Rasional

Menyatakan bilangan rasional dalam bentuk pecahan dan desimal

- Konsep: Bilangan rasional adalah bilangan yang dapat dinyatakan sebagai pecahan $\frac{a}{b}$, dengan a dan b bilangan bulat dan $b \neq 0$.
- Contoh Bilangan Rasional:
 - ❖ Pecahan Biasa = $\frac{1}{2}$ (setengah)
 - ❖ Desimal = 0,5 (sama dengan $\frac{1}{2}$)
 - ❖ Persen = 75% (sama dengan $\frac{3}{4}$)
 - ❖ Pecahan Campuran = $1\frac{1}{2}$ (artinya $1 + \frac{1}{2}$)

B. Membandingkan Bilangan Rasional

1. Menyederhanakan Pecahan: $\frac{4}{8}$ disederhanakan menjadi $\frac{1}{2}$.

2. Membandingkan Pecahan

Beberapa pecahan dapat dibandingkan nilainya dengan tanda $<$, $>$, $\leq$, $=$, $\geq$. Jika penyebut kedua pecahan sama, maka perbandingan pecahan dapat dilakukan dengan membandingkan pembilangnya saja. Adapun jika penyebut kedua pecahan berbeda, maka perbandingan pecahan dapat dilakukan dengan cara samakan penyebut kedua pecahan

dengan menentukan KPK dari penyebut kedua pecahan terlebih dahulu. Kemudian pembilangnya di bandingkan.

Contoh: $\frac{7}{10} \dots \frac{3}{10} = \frac{7}{10} > \frac{3}{10}$

3. Mengurutkan Pecahan

❖ Jika penyebutnya sama langsung urutkan pembilang.

Setelah itu urutkan dari yang terbesar ke terkecil

Contoh: $\frac{2}{5}, \frac{4}{5}, \frac{1}{5} = \frac{4}{5}, \frac{2}{5}, \frac{1}{5}$

❖ Jika penyebutnya berbeda caranya Samakan Penyebut terlebih dahulu.

Langkah:

1. Cari KPK dari penyebut
2. Ubah pecahan ke penyebut yang sama
3. Urutkan pembilang

Contoh: $\frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{1}{6}, \frac{5}{8}$

Penyelesaian:

Mencari KPK dari penyebut 3,4,6,8

Faktorisasi prima:

$$3 = 3$$

$$4 = 2^2$$

$$6 = 2 \times 3$$

$$8 = 2^3$$

$$\text{KPK} = 2^3 \times 3 = 24$$

Samakan penyebut menjadi 24.

$$\frac{2}{3} = \frac{2 \times 8}{3 \times 8} = \frac{16}{24}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{3 \times 6}{4 \times 6} = \frac{18}{24}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1 \times 4}{6 \times 4} = \frac{4}{24}$$

$$\frac{5}{8} = \frac{5 \times 3}{8 \times 3} = \frac{15}{24}$$

Urutkan pembilang dari yang terbesar ke yang terkecil.

$$\frac{18}{24}, \frac{16}{24}, \frac{15}{24}, \frac{4}{24}$$

C. Operasi Hitung Bilangan Rasional

Operasi hitung bilangan rasional (pecahan) meliputi operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian.

1. Operasi Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan Rasional

a. Penjumlahan atau Pengurangan Dua Pecahan dengan Penyebut Sama

Langkah:

- Langsung jumlahkan atau kurangkan pembilang.
- Penyebut tetap.

Contoh:

$$\frac{3}{8} + \frac{3}{8} = \frac{5}{8}$$

$$\frac{5}{6} - \frac{2}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

- Penjumlahan atau Pengurangan Dua Pecahan dengan Penyebut Berbeda

Langkah:

- Samakan penyebut (KPK dari penyebut).
- Ubah pecahan agar penyebut sama.
- Jumlahkan/kurangkan pembilang.

Sederhanakan jika perlu.

Contoh;

$$\frac{2}{3} + \frac{1}{4} = \frac{8}{12} + \frac{3}{12} = \frac{11}{12}$$

- Penjumlahan atau Pengurangan Dua Pecahan Campuran

Langkah:

- Ubah pecahan campuran jadi pecahan biasa.
- Samakan penyebut jika perlu.
- Operasikan seperti biasa.
- Ubah kembali jadi pecahan campuran jika hasilnya tidak murni.

Contoh:

$$2\frac{1}{2} + 1\frac{2}{3} = \frac{5}{2} + \frac{5}{3} = \frac{15}{6} + \frac{10}{6} = \frac{25}{6} + 4\frac{1}{6}$$

- Penjumlahan atau Pengurangan Pecahan Campuran dengan Bilangan Asli

Langkah:

- Ubah bilangan asli ke pecahan (dengan penyebut yang sama).
- Operasikan seperti biasa.
- Sederhanakan hasil.

Contoh:

$$3 + 2\frac{1}{4} = 3 + \frac{9}{4} = \frac{12}{4} + \frac{9}{4} = \frac{21}{4} = 5\frac{1}{4}$$

2. Operasi Perkalian dan Pembagian Bilangan Rasional

a. Perkalian Dua Pecahan Biasa

Langkah:

- Kalikan pembilang dengan pembilang.
- Kalikan penyebut dengan penyebut.
- Sederhanakan.

$$\frac{2}{5} \times \frac{3}{4} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10}$$

b. Perkalian Pecahan Biasa dengan Bilangan Asli

Langkah:

- Ubah bilangan asli menjadi pecahan (misal, 4 jadi $\frac{4}{1}$)
- Kalikan seperti biasa.

Contoh:

$$\frac{2}{3} \times 4 = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$$

c. Perkalian Pecahan Campuran dengan Pecahan Biasa

Langkah:

- Ubah pecahan campuran ke pecahan biasa.
- Kalikan.

Contoh:

$$1\frac{1}{2} \times \frac{2}{5} = \frac{3}{2} \times \frac{2}{5} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

d. Perkalian Pecahan Campuran dengan Pecahan Campuran

Langkah:

- Ubah keduanya ke pecahan biasa.

- Kalikan.
- Sederhanakan.

Contoh:

$$1\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{3} = \frac{3}{2} \times \frac{7}{3} = \frac{21}{6} = 3\frac{1}{2}$$

e. Pembagian Bilangan Asli dengan Pecahan Biasa

Langkah:

- Ubah bilangan asli jadi pecahan
- Kalikan dengan kebalikan pecahan kedua (balik pembilang dan penyebut).

Contoh:

$$4 \div \frac{2}{3} = 4 \times \frac{3}{2} = \frac{12}{2} = 6$$

f. Pembagian Bilangan Asli dengan Pecahan Campuran

Langkah:

- Ubah Pecahan campuran ke pecahan biasa
- Kalikan dengan kebalikannya.

Contoh:

$$5 \div 1\frac{1}{4} = \frac{5}{1} \div \frac{5}{4} = \frac{5}{1} \times \frac{4}{5} = \frac{20}{5} = 4$$

g. Pembagian Pecahan Campuran dengan Pecahan Biasa

Langkah:

- Ubah campuran ke pecahan biasa
- Kalikan dengan kebalikan

Contoh:

$$2\frac{1}{2} \div \frac{5}{6} = \frac{5}{2} \div \frac{5}{6} = \frac{5}{2} \times \frac{6}{5} = \frac{30}{10} = 3$$

h. Pembagian Pecahan Campuran dengan Pecahan Campuran

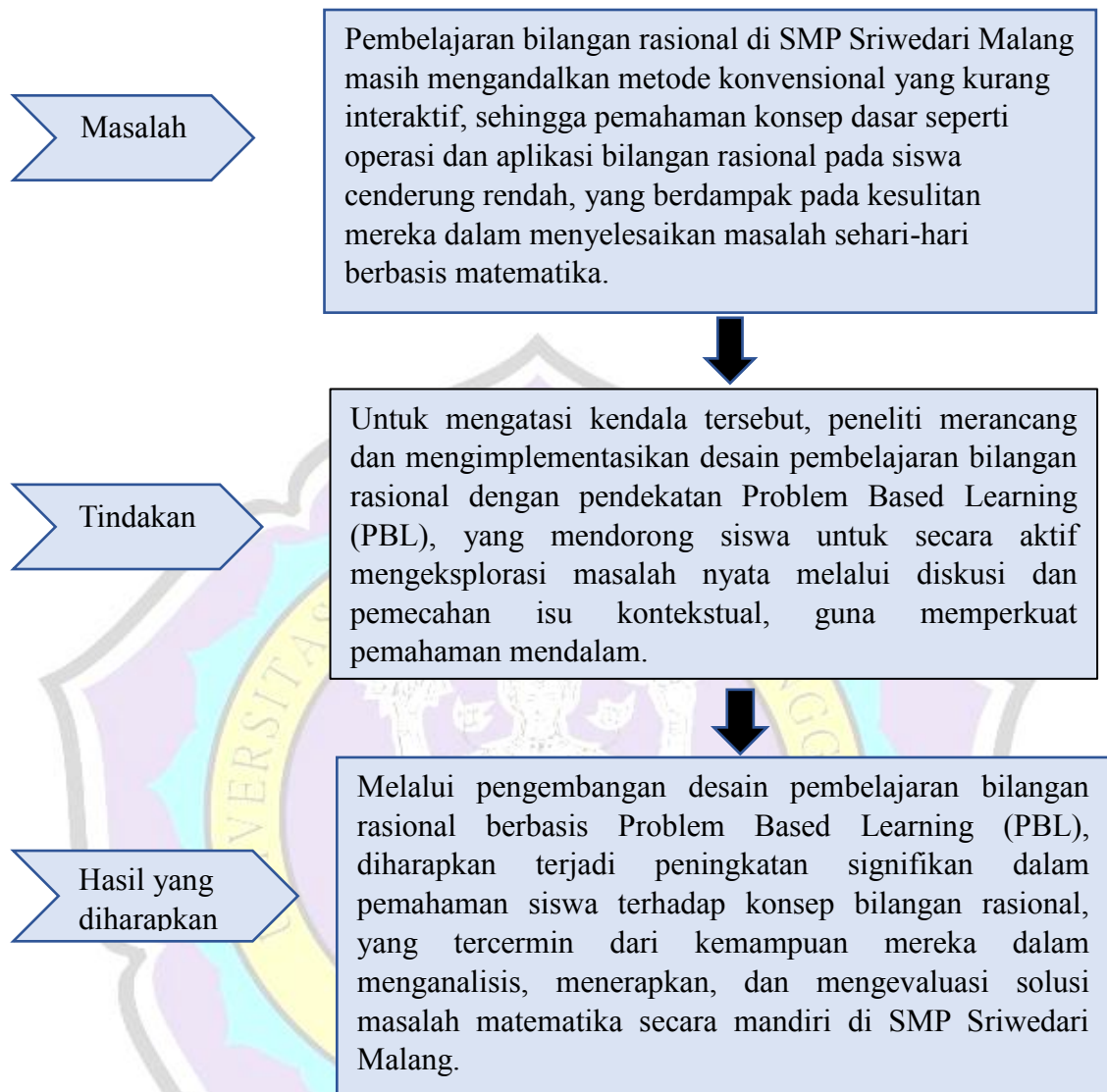
Langkah:

- Ubah semua ke pecahan biasa
- Kalikan dengan kebalikan

Contoh:

$$1\frac{2}{3} \div 2\frac{1}{4} = \frac{5}{3} \div \frac{9}{4} = \frac{5}{3} \times \frac{4}{9} = \frac{20}{27}$$

2.2. Kerangka Konseptual



2.3. Defensisi Oprasional

1. Pengembangan, adalah proses kreatif untuk menyusun dan memodifikasi suatu instrumen pendidikan agar lebih komprehensif dan dapat diadopsi secara meluas. Dalam konteks penelitian ini, pengembangan ditujukan untuk menghasilkan desain pembelajaran bilangan rasional berbasis PBL yang mampu meningkatkan pemahaman siswa pada tingkat SMP.
2. Desain Pembelajaran, merujuk pada blueprint terintegrasi yang memuat elemen-elemen seperti isi pelajaran, kegiatan belajar, dan arahan pelaksanaan, yang dirancang untuk mendukung proses pengajaran sesuai

dengan standar kompetensi mata pelajaran matematika, terutama pada materi bilangan rasional.

3. Model Pembelajaran, adalah skema interaksi yang dinamis antara siswa dan guru di lingkungan kelas, yang mencakup perpaduan antara strategi, pendekatan, metode, serta teknik instruksional untuk mengoptimalkan proses pencapaian tujuan pembelajaran.
4. Model Problem Based Learning (PBL), adalah kerangka pembelajaran yang memanfaatkan isu-isu autentik sebagai pemicu utama, di mana siswa didorong untuk melakukan penyelidikan kolaboratif, analisis, dan pembuatan keputusan melalui konteks kehidupan nyata, sehingga memadukan informasi baru dengan pengalaman praktis dalam menguasai konsep bilangan rasional.
5. Pemahaman Siswa, adalah tingkat penguasaan siswa dalam menyerap, mengurai, dan memanfaatkan ide-ide inti bilangan rasional secara komprehensif, meliputi pemahaman operasi matematis, bentuk representasi, serta penerapan dalam pemecahan masalah kontekstual sehari-hari.
6. Analisis Validasi, adalah mekanisme penilaian terstruktur untuk menguji tingkat ketepatan, kecocokan, dan standar kualitas dari suatu rancangan instruksional, seperti desain pembelajaran berbasis PBL, berdasarkan masukan dari para ahli.
7. Validitas Perangkat, rancangan pembelajaran yang dibuat dinyatakan valid jika mencapai ambang batas berikut: (1) asesmen dari pakar mengindikasikan bahwa desain pembelajaran bilangan rasional berbasis PBL bertumpu pada dasar teori yang solid, dan (2) tinjauan pakar mengonfirmasi bahwa berbagai unsur rancangan tersebut saling mendukung dan terkoordinasi secara utuh.
8. Praktikalitas Perangkat, rancangan pembelajaran bilangan rasional berbasis PBL dinyatakan praktis jika para guru mengevaluasi bahwa desain tersebut sederhana untuk diintegrasikan dan dieksekusi dalam rutinitas pembelajaran kelas tanpa hambatan signifikan.
9. Efektivitas Perangkat, rancangan pembelajaran yang diciptakan dinyatakan efektif jika, menurut pengamatan pakar dan guru berdasarkan praktik

lapangan, desain tersebut terbukti sukses dalam mencapai target pembelajaran, dengan indikasi jelas berupa perbaikan pemahaman siswa selama penggunaannya.

