

BAB 2 LANDASAN TEORETIS

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Low Average IQ

Low average IQ, menurut *Learning Disabilities Association of Minnesota* (LDA Minnesota) *low average IQ* disebut juga sebagai *low average ability*, merujuk pada skor *IQ* yang berkisar antara 80–90. Siswa yang memiliki skor *IQ* ini memerlukan bantuan tambahan, karena mereka belajar lebih lambat dan berasal dari lingkungan yang kurang mendukung. Sedangkan menurut David Wechles dalam klasifikasi *low average IQ* berada diantara 80-89, kondisi ini berbeda dengan kategori *borderline* dan juga disabilitas intelektual (Suryani et al., 2019). Siswa yang memiliki *low average IQ* masih dapat mengikuti pelajaran dikelas biasa, tetapi mereka memerlukan dukungan tambahan, metode yang lebih khusus dan waktu belajar yang lebih lama. Sementara mereka yang termasuk dalam kategori *borderline* atau disabilitas intelektual cenderung membutuhkan pendidikan khusus karena mereka menghadapi kesulitan yang lebih besar dalam berpikir abstrak, menyelesaikan tugas yang sulit dan menyesuaikan diri dengan tuntutan akademik. Siswa dengan *low average IQ* juga masuk dalam kategori *low achievement* (LA) yang memiliki *IQ* dengan rata-rata sekitar 85-90, dan menunjukkan performa matematika dibawah presentil ke-25, tak hanya itu siswa juga menunjukkan kesulitan *fluency numeric* dan retrieval fakta matematika (Geary et al., 2007). Kesulitan *fluency numeric* yaitu kemampuan untuk melakukan operasi perkalian dan pembagian dengan lancar, cepat dan akurat tanpa terlalu banyak berpikir sedangkan retrieval fakta matematika adalah kemampuan mengakses fakta-fakta dasar matematika dari memori jangka panjang secara otomatis.

Klasifikasi *IQ* berdasarkan skala Wechles yang dikembangkan oleh David Wechles ada 7, yaitu *extreamly high*, *very high*, *high average*, *average*, *low average*, *very low* dan *extreamly low* (Suryani et al., 2019).

Tabel 2. 1 Klasifikasi IQ berdasarkan Skala Wechles

<i>IQ</i>	Kategori
≥ 130	<i>Extreamly High</i>
120 – 129	<i>Very High</i>

110 – 119	<i>High Average</i>
90 – 109	<i>Average</i>
80 – 89	<i>Low Average</i>
70 – 79	<i>Very Low</i>
≤ 69	<i>Extreamly Low</i>

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Gaery (2012) bahwa kelompok LA dan kelompok MDL (*mathematical learning disability*) menunjukkan pencapaian pada matematika yang sama rendahnya, sehingga membuktikan bahwa IQ rendahpun tidak sepenuhnya menjelaskan kesulitan matematika. Hal ini menegaskan bahwasanya kebutuhan siswa *low average IQ* dan MDL serupa dalam hal intervensi. Siswa dengan kondisi ini memerlukan metode pembelajaran adaptif dan berkelanjutan yang berfokus pada peningkatan kognitif dan non kognitif nya seperti, strategi belajar agar performa dalam matematika seperti perkalian dan pembagian dapat meningkat secara signifikan.

Karakteristik siswa dengan *low average IQ* menurut Gaery (2012) antara lain, (1) kesulitan dalam representasi numerik, (2) keterlambatan dalam penguasaan prosedur matematika, (3) kesulitan mengambil fakta matematika dari memori jangka panjang dan (4) proses perkembangan yang lambat. Namun meskipun demikian, mereka pada umumnya mempunyai sistem *working memory* yang normal walaupun memang terdapat pada sebagian orang ditemukan kesulitan dalam mengontrol perhatian (*inhibitory control*). Hambatan siswa *low average IQ* dalam belajar lebih bersifat keterlambatan perkembangan (*development delay*) daripada defisit tetap. Defisit disini artinya kesulitan yang dialami oleh siswa *low average IQ* dalam belajar matematika bukan kekurangan permanen ataupun kerusakan sistem kognitif tetapi lebih pada keterlambatan dalam perkembangan kemampuan kognitif dan numeriknya. Dalam artian siswa dengan *low average IQ* masih memiliki peluang dalam terus berkembang secara akademik jika di sesuaikan dengan pendekatan dan intervensi yang tepat untuk siswa seperti menggunakan media *napier's bones*. Walaupun IQ bukan menjadi penentu keberhasilan seseorang, namun IQ sering kali menjadi sebuah tolak ukur kemampuan kognitif individu mencangkup berpikir logis, kemampuan dalam memahami materi dan memecahkan masalah (Salam, 2025).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *low average IQ* ini skor IQ yang berada dikisaran 80-89 dan bukan suatu kondisi disabilitas intelektual namun dimana kondisi potensi kognitif siswa masih cukup mendasar tetapi cenderung lebih memerlukan

dukungan dalam hal pendidikan. Oleh karena itu, siswa dengan kondisi ini memerlukan intervensi yang tepat agar dapat meningkatkan performa matematika siswa tentunya disertai dengan penguatan motivasi dan strategi belajar yang sesuai.

2.1.2 Keterampilan Operasi Perkalian dan Pembagian

Keterampilan merupakan kemampuan seseorang dalam melakukan suatu kegiatan yang telah dipelajari juga dilatih secara khusus (Iso-Ahola, 2024). Keterampilan disebut juga sebagai hasil dari proses latihan ataupun pengalaman yang ditunjukkan dalam bentuk kemampuan melakukan tindakan dengan tepat dan efisien. Yang mana pada dasarnya keterampilan akan mengalami perkembangan jika dilatih dan diasah secara terus menerus. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan tidaklah bisa langsung didapatkan secara spontan, melainkan dengan pengalaman belajar berulang dan latihan secara konsisten adalah cara agar dapat meningkatkannya.

Keterampilan menurut Hlavac (2023) adalah bagian dari kemampuan yang diperoleh atau diasah yang mencerminkan keahlian seseorang dalam melakukan pekerjaan maupun tugas tertentu. Dari pada itu, keterampilan juga mencerminkan sejauh mana seseorang mampu memanfaatkan pengetahuan dan pengalaman mereka untuk menyelesaikan masalah yang dihadapinya. Keterampilan adalah fondasi penting yang harus dikembangkan dalam pendidikan karena melaluinya siswa dapat menunjukkan kemampuan nyata dalam menggunakan pengetahuan yang mereka miliki. Jadi dapat disimpulkan bahwa keterampilan adalah keahlian atau kemampuan dalam melakukan sesuatu secara tepat dan cepat dengan diiringi pengalaman, latihan dan belajar berulang secara konsisten.

Menurut Hurst & Linsell (2020) keterampilan dalam operasi matematika seperti perkalian dan pembagian melibatkan dua aspek utama yaitu *conceptual understanding* (pemahaman konsep) dan *procedural fluency* (kelancaran prosedur). Kemampuan siswa untuk memahami arti penting operasi perkalian dan pembagian serta kaitannya dengan representasi matematika dan situasi dunia nyata dikenal sebagai pemahaman konseptual. Di sisi lain, kefasihan prosedural adalah kemampuan untuk memecahkan masalah menggunakan metode dengan cara yang tepat, efektif, dan adaptif (Thevenot et al., 2023). Kedua elemen ini bekerja secara beriringan karena kefasihan prosedural tanpa pemahaman konseptual akan mengakibatkan implementasi strategi yang tidak tepat,

sedangkan pemahaman konseptual tanpa kefasihan prosedural akan menghambat kecepatan dan akurasi berhitung.

Untuk membantu siswa dengan *low average IQ* mencapai keseimbangan antara kefasihan prosedural dan pemahaman konseptual, *treatment* yang memanfaatkan media konkret seperti *Napier's bones* sangatlah penting. *National Research Council* (2001) menyatakan bahwa kemampuan untuk memahami konsep dan hubungannya diluar menghafal rumus atau prosedur matematika adalah yang dimaksud dari pemahaman konsep (Hurst & Linsell, 2020). Ini mencakup pemahaman bahwa dalam perkalian dan pembagian ialah: perkalian adalah bentuk penjumlahan berulang, sedangkan pembagian ialah membagi suatu jumlah kedalam kelompok yang sama besar atau menentukan berapa kali suatu angka dapat dimasukan kedalam angka lain. Adapun indikator keterampilan operasi hitung seperti mampu menjawab soal operasi perkalian dan pembagian dengan hasil yang benar, cepat dan sesuai dengan waktu yang diberikan (Alamsyah et al., 2024). Indikator yang akan digunakan dalam tes pada penelitian ini yaitu: (1) Mampu mengerjakan soal operasi perkalian dan pembagian dengan *napier's bones*, (2) Mampu mengerjakan soal dengan kecepatan dan ketepatan. Menurut Geary (2012) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kesulitan perkalian dan pembagian tidak serta disebabkan oleh jumlah digit yang besar atau kecil, tetapi karena pemahaman yang lemah tentang konsep dan keterampilan dasar. Ini menunjukkan bahwa kemampuan operasi matematika sangat bergantung pada kemampuan memori kerja.

Dalam kedua operasi ini melibatkan: mampu berhitung hasil perkalian secara cepat dan mampu menerapkan prosedur pembagian atau metode perkalian tertentu secara tepat (Hurst & Linsell, 2020). Kedua aspek ini berperan menjembatani siswa dalam menguasai numerasi dasar. Saat menghadapi masalah atau situasi dalam kehidupan nyata, siswa yang hanya mengandalkan hapalan tanpa memahami arti dari operasi tersebut akan cenderung mengalami kesulitan. Oleh sebab itu, pembelajaran perkalian dan pembagian harus dirancang untuk memberikan siswa pemahaman menyeluruh dan strategi berhitung yang fleksibel sehingga mereka dapat menerapkan konsep ini secara tepat dan efektif dalam berbagai situasi.

Keterampilan operasi perkalian dan pembagian ialah kemampuan dasar yang sangat penting untuk dikuasai oleh siswa karena sangat berguna bagi kehidupan sehari-hari dan menjadi salah satu konsep prasyarat pada muatan matematika. Anggraini & Sari

(2022) berpendapat bahwa perkalian ialah konsep operasi hitung penjumlahan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tanda dari suatu perkalian adalah tanda silang (x) yang merupakan simbol utamanya. Seperti contohnya 3×4 maka ini sama dengan menjumlahkan angka 3 sebanyak 4 kali yang menghasilkan jumlah 12 ($3 \times 4 = 3 + 3 + 3 + 3 = 12$). Bisa juga dengan menukar banyaknya angka seperti 3×4 , angka 4 nya sebanyak 3 kali ($3 \times 4 = 4 + 4 + 4 = 12$). Perkalian disebut juga sebagai operasi matematika dasar yang melibatkan pengulangan atau penggandaan suatu bilangan dengan bilangan lainnya.

Sedangkan operasi pembagian menurut Leby *et al.* (2023) adalah aturan untuk mendapatkan hasil perhitungan dengan cara mengurangi bilangan secara berulang sampai habis. Pada dasarnya pembagian merupakan kebalikan dari perkalian, siswa akan lebih mudah memahami pembagian jika mereka memiliki pemahaman yang kuat tentang konsep perkalian. Selain kemampuan mekanis, proses ini membutuhkan pengetahuan tentang konsep-konsep dasar seperti pengelompokan, nilai tempat, dan hubungan numerik. Untuk membantu mereka memahami proses pembagian secara lebih visual dan sistematis, siswa dengan kemampuan kognitif terbatas seperti yang berada dalam kategori *low average IQ* sering kali membutuhkan media yang konkret. Siregar *et al.* (2023) mengemukakan pembagian merupakan operasi matematika yang bertujuan untuk mengelompokkan suatu jumlah kedalam kelompok-kelompok dengan jumlah yang setara atau membagi suatu bilangan ke dalam beberapa bagian yang sama besar. Operasi ini digunakan untuk membagi suatu kuantitas menjadi bagian-bagian yang seimbang atau sama yang dalam prosesnya terdapat beberapa komponen atau elemen utama, yaitu bilangan yang dibagi "*divided*", bilangan pembagi "*divisor*", hasil dari pembagian "*quotient*" dan sisa pembagian "*remainder*". Bilangan yang dibagi adalah nilai awal sebelum dilakukan proses pembagian, bilangan pembagi adalah angka yang digunakan untuk membagi nilai tersebut, hasil bagi adalah jumlah kelompok atau bagian yang terbentuk dari proses pembagian dan sisa adalah angka yang tertinggal apabila pembagian tidak sempurna. Operasi pembagian di lambangkan dengan tanda pembagian ($\div$) ataupun menggunakan garis miring (/). Seperti pembagian $12 \div 3 = 4$ atau $12 / 3 = 4$ dimana angka 12 sebagai bilangan yang dibagi dan angka 3 adalah bilangan pembagi. Dalam pembagian terdapat beberapa prinsip, yaitu prinsip pembagian yang sederhana, asosiatif dan identitas.

Perkalian dan pembagian merupakan operasi matematika dasar yang penting untuk dipelajari karena perkalian dan pembagian adalah dasar bagi konsep-konsep matematika yang lebih kompleks (Sofiyah et al., 2024). Kedua operasi ini sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan menjadi bagian yang penting dalam pembelajaran matematika. Namun, siswa sering kali mengalami kesulitan dalam memahami juga mengoperasikan kedua operasi ini karena kurangnya pemahaman konsep serta minimnya alat peraga yang digunakan dalam proses pembelajaran. Kesulitan ini dapat menyebabkan siswa melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal, terutama dalam soal yang memerlukan interpretasi seperti soal cerita. Oleh karena itu, penguasaan konsep pada kedua operasi ini sangatlah penting untuk dipelajari agar siswa mampu menghindari miskonsepsi dalam mempelajari konsep-konsep matematika lebih lanjut serta mampu dalam menyelesaikan masalah matematika dengan baik dan benar.

2.1.3 *Napier's bones*

(1) *Napier's bones*

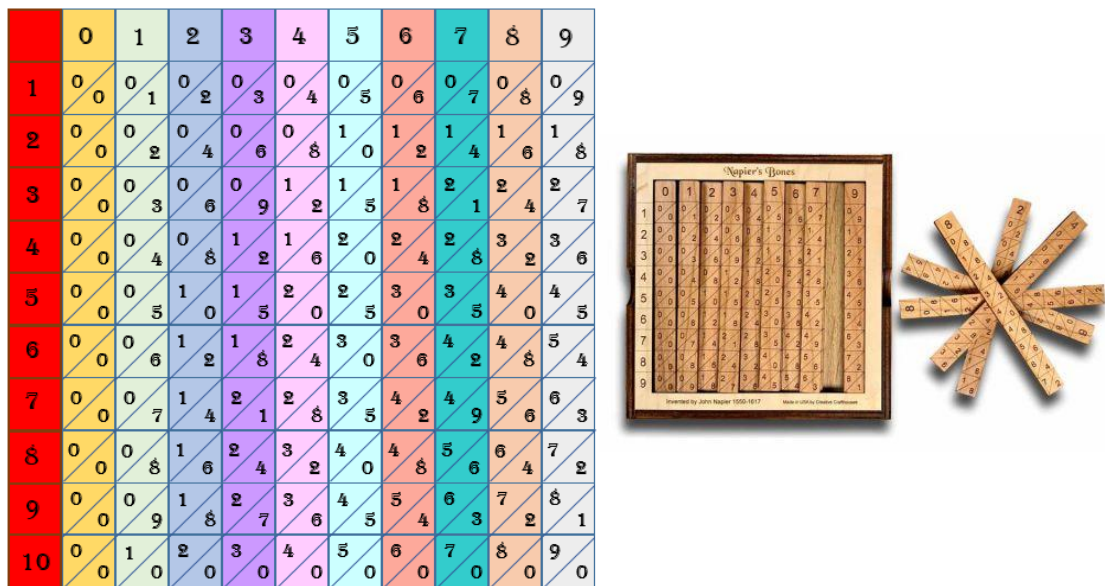
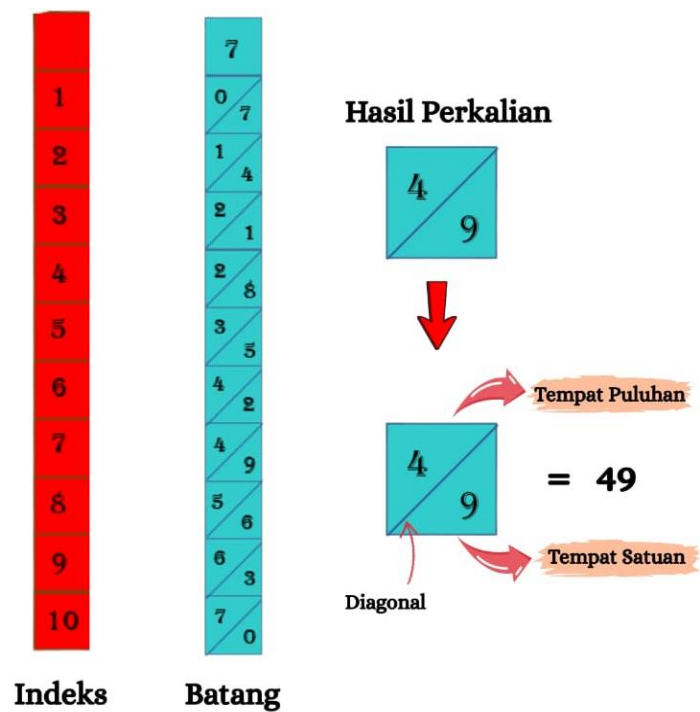
Napier's bones adalah abakus yang ditemukan oleh Jonh Napier untuk menghitung hasil kali dan hasil bagi bilangan. *Napier's bones* disebut juga Rabdologi atau dalam bahasa Yunani $\rho\alpha\beta\delta\omicron\varsigma$ [rabdos] yang berarti batang dan $\lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$ [logos] yang berarti kata. Jonh Napier mempublikasikan penemuannya tentang batang ini dalam sebuah karya yang dicetak di Edinburgh, Skotlandia pada akhir tahun 1617 yang berjudul *Rabdologiae*. *Napier's bones* juga disebut sebagai batang napier, merupakan batang bernomor yang digunakan untuk perkalian bilangan dengan angka 2-9. Dengan menempatkan ‘batang’ yang sesuai dengan pengali di sisi kiri dan ‘batang’ yang sesuai dengan digit pengali disebelah kanan yang hasil perkaliannya dapat dibaca hanya dengan menambahkan pasangan bilangan pada baris yang ditentukan oleh pengali (Weisstein, 2025)

Napier's bones adalah sebuah alat hitung kuno generasi kedua setelah sempoa sebagai pendahulu komputer (Firdaus, 2013). Alat ini terdiri dari sebuah papan berbingkai, tempat pengguna untuk menyelipkan batang-batang yang biasanya terbuat dari kayu, logam maupun karton tebal untuk melakukan perhitungan perkalian dan pembagian. Setiap batang memiliki hasil dari perkalian, untuk menghitung hasil perkalian dan pembagian dengan cara membaca dan menjumlahkan isi tabel tersebut.

Sedangkan menurut Aristiani & Fitria Nurapriani (2023) *napier's bones* media pembelajaran perkalian yang cara penggunaannya yaitu dengan merubah perkalian menjadi penjumlahan. *Napier's bones* tidak hanya bisa digunakan untuk perkalian saja, tapi pembagian bahkan sampai akar kuadrat. *Napier's bones* atau biasa disebut batang napier adalah alat yang menggunakan prinsip perkalian desimal atau latitice diagram (arah). Sebuah batang napier ini terdiri dari 10 kotak. Pada setiap kotak pertama atau kepala batang (horizontal) menunjukkan sebuah bilangan dasar (digit) dari 1-9 dengan kotak-kotak selanjutnya (vertikal) berisi hasil perkalian dari 1-9 dengan masing masing terbagi menjadi dua bilangan. Bilangan satuan yang terletak dibagian bawah diagonal dan bilangan puluhan terletak dibagian atas diagonal.

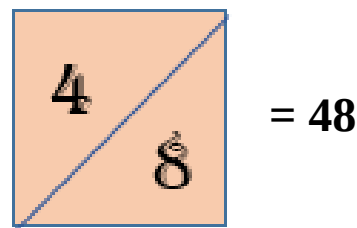
Napier's bones terdiri dari beberapa batang atau keping yang dapat dipisahkan. Keping pertama merupakan indeks yang bertuliskan angka dari 0 sampai 9 sebagai angka pengali. Keping kedua adalah kelompok hasil kali dengan bilangan 0. Keping ketiga adalah kelompok hasil kali dengan bilangan 1, dan seterusnya hingga kelompok hasil kali dengan bilangan 9. Jadi secara keseluruhan *napier's bones* mempunyai 10 keping (Malalina & Yenni, 2019). Menggunakan media *napier's bones* dalam pembelajaran sangat membantu karena sangat mudah dibuat dan cepat untuk menghitung perkalian dan pembagian angka yang besar maupun angka kecil. *Napier's bones* ini mirip dengan tabel perkalian yang mana ditulis dengan cara yang berbeda.

Maka dapat disimpulkan dari beberapa bahwa pendapat diatas, *napier's bones* adalah media atau alat peraga yang mempunyai 10 keping atau batang dengan 1 batang berisi angka 0-9 dengan 10 batang lainnya adalah hasil dari perkalian yang ditentukan. Media ini sangat cocok digunakan untuk materi perkalian dan pembagian, tak hanya itu pembuatan dari media ini hanya memerlukan hasil perkalian yang ditentukan dan bahan media ini pun sangat mudah untuk dicari, seperti karton keras ataupun kayu. *Napier's bones* sangat efektif untuk membantu siswa melihat pola bilangan dalam bentuk visual serta mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dan meningkatkan pemahaman konseptual melalui strategi visual.

Gambar 2. 1 *Napier's bones*Gambar 2. 2 Komponen *Napier's Bones*

(2) Langkah-Langkah Penggunaan *Napier's bones*

Cara kerja menggunakan *napier's bones* menurut M.Muzakki et al. (2022) adalah sebagai berikut: Membuat tabel yang menyerupai *napier's bones* kemudian isi petak dengan hasil kali dari angka yang dikalikan sesuai dengan baris dan kolom yang dikalikan. Selanjutnya jumlahkan angka-angka pada setiap petak dan jumlahkan angka-angka pada setiap petaknya sesuai dengan diagonalnya. Misalnya untuk perkalian $8 \times 6 = 48$, pada *napier's bones* dapat dibaca bahwa hasil dari 8×6 dapat ditulis dengan:



$$= 48$$

Gambar 2. 3 Penulisan pada Batang *Napier's bones*

Cara untuk mengoperasikan perkalian menurut Aruiyatun & Habibi (2024) yaitu sebagai berikut:

Perhatikan kotak tabel berikut!

	1	2	3	X
A	7	8	9	4
B	10	11	12	5
C	13	14	15	6
D				
E				
F				

Kotak tabel ini digunakan dalam perkalian bilangan besar mulai dari angka 2 digit dengan napier's bones

Note:
Kotak ini adalah tempat hasil akhir puluhan yang tidak bisa di simpan pada kotak huruf C, jadi di ke atas kan

Gambar 2. 4 Kotak Tabel Penggunaan *Napier's bones*

Keterangan:

- Kotak berwarna coklat adalah tempat menyimpan symbol dari perkalian (x).
- Kotak kuning dan orange adalah tempat bilangan yang akan dikalikan.

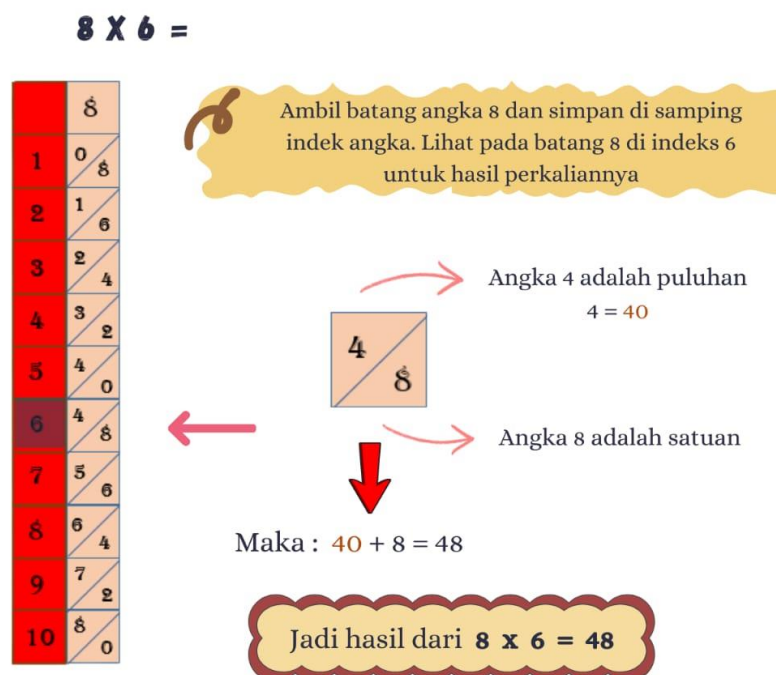
- (c) Kotak dengan angka 7 adalah hasil kali dari kotak 1 dan 4.
- (d) Kotak dengan angka 8 adalah hasil kali dari kotak 2 dan 4.
- (e) Kotak dengan angka 9 adalah hasil kali dari kotak 3 dan 4.
- (f) Kotak 10 adalah hasil dari kali kolom 1 dan 5, dan begitupun petak kotak-kotak lainnya hasil kali dari baris dan kolom tempatnya berada.
- (g) Sedangkan untuk kotak warna hijau adalah tempat hasil akhir setelah melalui proses penjumlahan menyamping kebawah menurut arah garis miring atau diagonal sesuai warna pada gambar.

Untuk bilangan dengan hasil kalinya hanya satu angka maka diberi nol pada angka didepannya atau pada bagian atas diagonalnya.

(3) Operasi Hitung pada *Napier's bones*

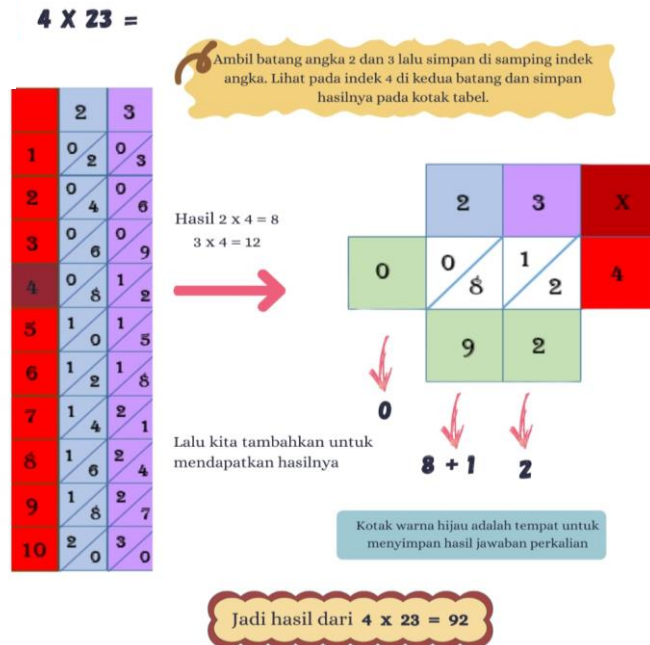
(a) Perkalian pada *Napier's bones*

Contoh dan langkah-langkah perkalian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*:



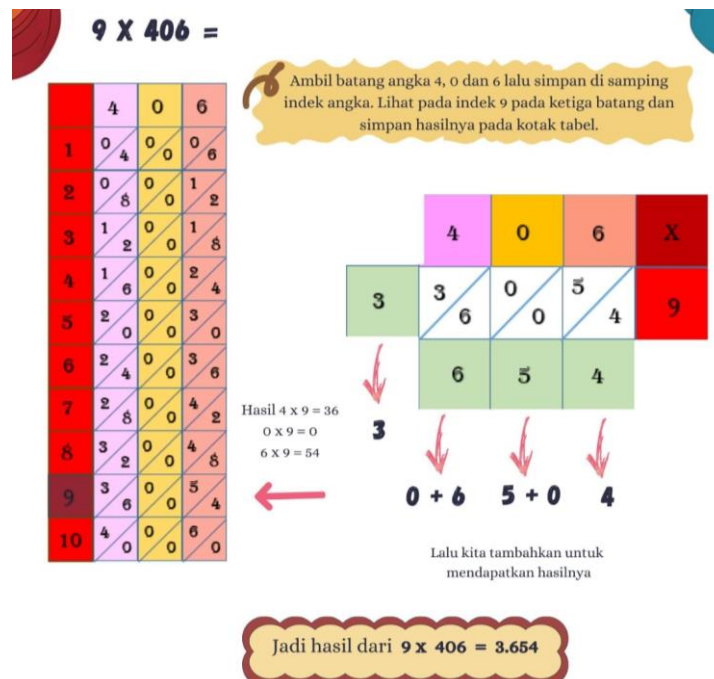
Gambar 2. 5 Perkalian 1 digit dengan 1 digit

Contoh dan langkah-langkah perkalian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*:



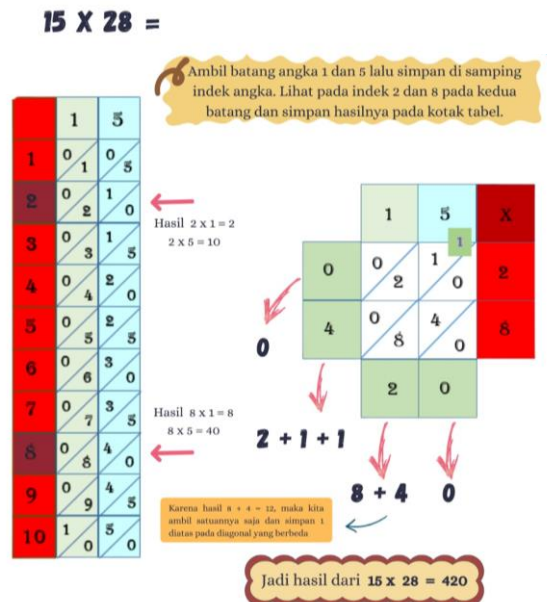
Gambar 2. 6 Perkalian 1 digit dengan 2 digit

Contoh dan langkah-langkah perkalian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*:



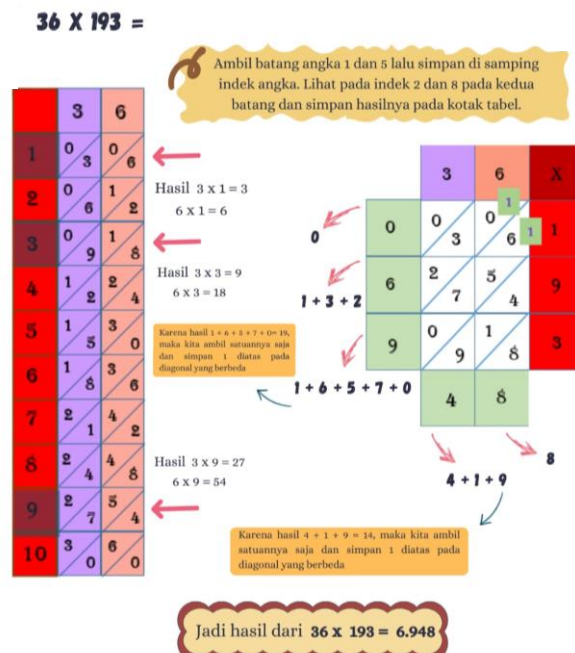
Gambar 2. 7 Perkalian 1 digit dengan 3 digit

Contoh dan langkah-langkah perkalian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*:



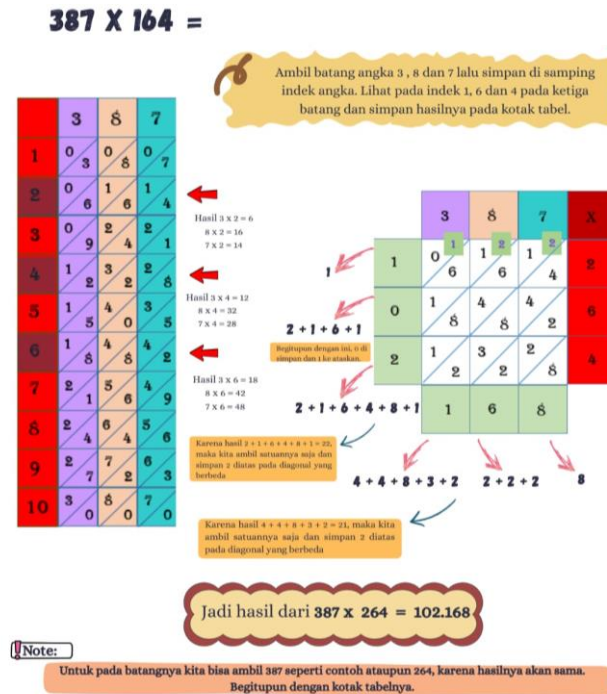
Gambar 2. 8 Perkalian 2 digit dengan 2 digit

Contoh dan langkah-langkah perkalian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*:



Gambar 2. 9 Perkalian 2 digit dengan 3 digit

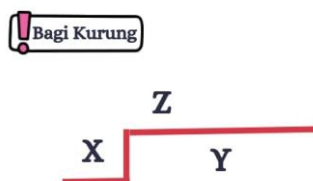
Contoh dan langkah-langkah perkalian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*:



Gambar 2. 10 Perkalian 3 digit dengan 3 digit

(b) Pembagian pada *napier's bones*

Untuk pembagian menggunakan *napier's bones*, tidak perlu menggunakan kotak tabel seperti perkalian, hanya cukup melihat batang *napier's bones* yang menjadi angka pembagiannya dengan cara pembagian bagi kurung.

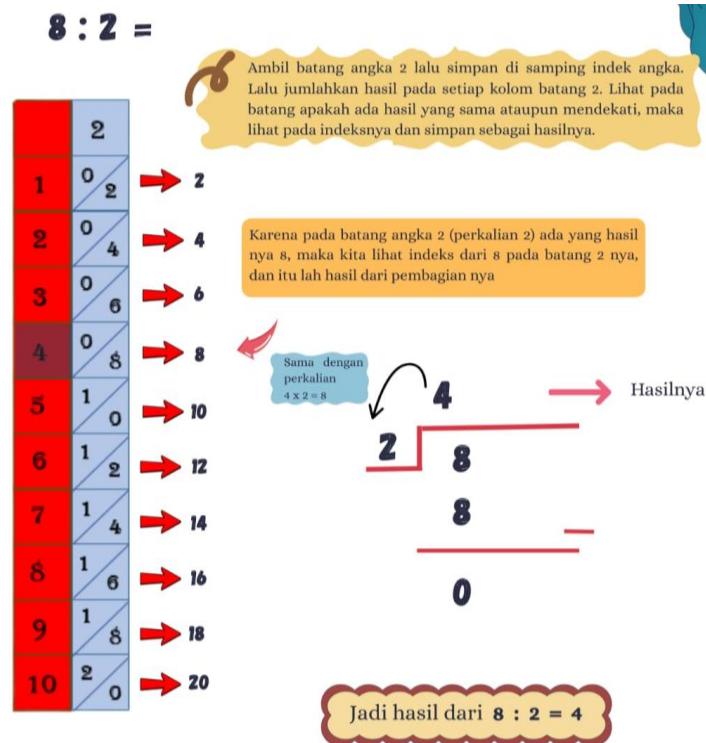


Keterangan:

- X adalah tempat untuk pembagiannya
- Y adalah tempat untuk yang dibagi
- Z adalah tempat untuk hasil akhir pembagian

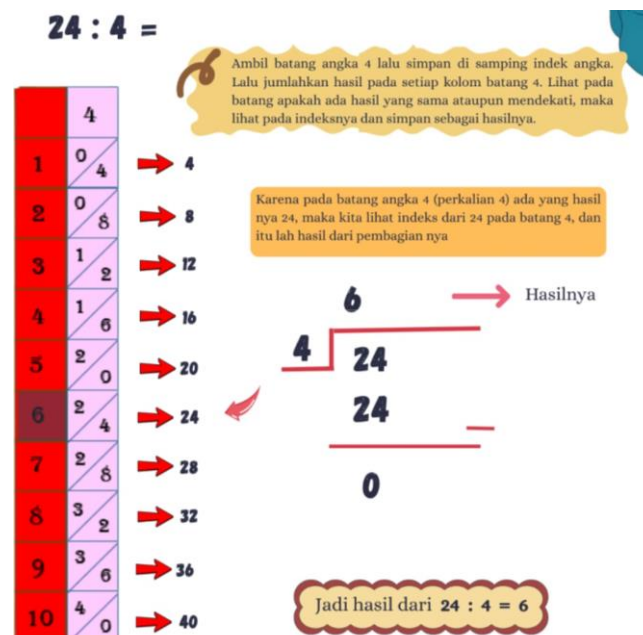
Gambar 2. 11 Cara perkalian dengan *napier's bones*

Contoh dan langkah-langkah pembagian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*:



Gambar 2. 12 Pembagian 1 digit dengan 1 digit

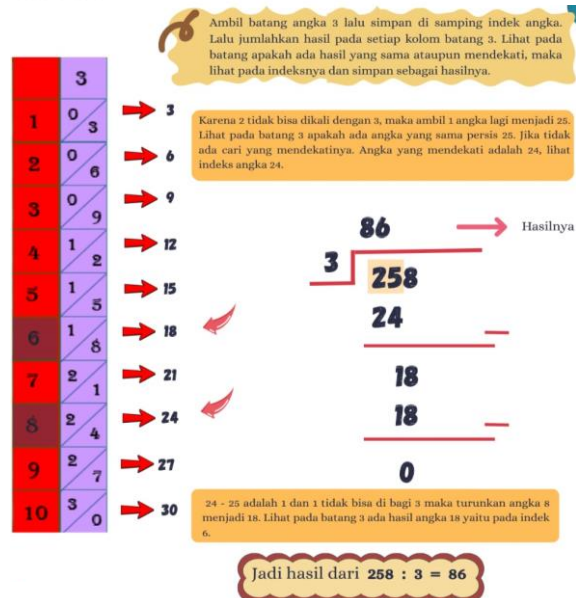
Contoh dan langkah-langkah pembagian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*



Gambar 2. 13 Pembagian 2 digit dengan 1 digit

Contoh dan langkah-langkah pembagian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*

$$258 : 3 =$$



Gambar 2. 14 Pembagian 3 digit dengan 1 digit

Contoh dan langkah-langkah pembagian satu digit dengan satu digit menggunakan *napier's bones*

$$90 : 15 =$$



Gambar 2. 15 Pembagian 2 digit dengan 2 digit

(4) Kelebihan dan Kekurangan *Napier's bones*

Kelebihan dari media ini yaitu mudahnya untuk dibongkar pasang atau dipindahkan oleh siswa sehingga siswa bisa lebih mengeksplor, lebih antusias dalam pembelajaran dan aktif secara fisik dengan memindahkan objek angka sesuai dengan soal yang diberikan. Dengan pola penggunaan nya menggunakan persegi panjang yang memudahkan siswa dalam mengalikannya dengan angka satu dan lainnya (Chotimah et al., 2020).

Kekurangan *napier's bones* ini ialah terletak pada siswa yang mempunyai masalah kesulitan dalam menghafal, karena isi dari kolom-kolom pada batang adalah hasil perkalian dari angka yang ditentukan pada batang hal ini menjadikan siswa yang mempunyai kesulitan dalam menghafal akan menjadi sangat bergantung pada media ini (Aristiani & Fitria Nurapriani, 2023). Tak hanya itu, siswa mungkin akan mengalami kesulitan dalam menghitung hasil diagonal perkalian yang jumlahnya besar, seperti perkalian empat, lima, enam angka dan seterusnya jika mereka tidak teliti dan keliru dalam menempatkan jawabannya.

(5) Proses Transisi *Napier's bones*

Napier's bones ialah alat bantu berhitung yang dirancang oleh Jonh Napier, berbasis manipulatif konkret untuk mempermudah proses perhitungan perkalian dan pembagian. Secara teoritis, penggunaan *napier's bones* dapat dijelaskan melalui konsep abstraksi transisi (*transitional abstraction*) yang mengacu pada proses berpindahnya individu dari tahap berpikir konkret menuju tahap berpikir simbolik atau abstrak (Piaget & Inhelder, 1969). Bruner menjelaskan bahwa pembelajaran melalui media konkret seperti halnya *napier's bones* dapat difasilitasi melalui mode representasi siswa yaitu: enaktif, ikonik dan simbolik, dimana siswa dapat mengkontruksi pengetahuannya melalui tiga tahap tersebut (Hatip & Setiawan, 2021). Melalui tahapan representasi tersebut, siswa dapat secara bertahap membangun pemahaman konseptual dari aktivitas konkret menuju pemikiran abstrak terhadap operasi bilangan. Proses ini membantu siswa, khususnya yang memiliki kemampuan kognitif rendah seperti *low average IQ*, untuk lebih mudah memahami hubungan antar angka dan pola dalam perkalian serta pembagian melalui pengalaman belajar yang bermakna.

Pada tahap awal, siswa dengan kemampuan kognitif rendah seperti *low average IQ* umumnya berada pada tahap enaktif, yaitu memahami konsep melalui tindakan

langsung dan benda konkret. Melalui penggunaan *napier's bones* ini siswa dapat memanipulasi fisik batang angka untuk melihat pola perkalian dan hubungan antar bilangan secara visual dan sistematis. *Napier's bones* juga menyediakan pengalaman melalui representasi konkret dan visual yang memperlihatkan pola hasil perkalian dan pembagian dengan jelas. Selanjutnya, proses ini bertransisi menuju tahap ikonik, di mana siswa mulai memahami representasi visual dari proses perkalian dan pembagian tanpa harus selalu menggunakan alat. Siswa belajar mengenali pola angka yang berulang dan menghubungkannya dengan operasi simbolik matematika. Pada tahap akhir, yaitu tahap simbolik siswa mampu melakukan operasi aritmetika secara mental atau tertulis tanpa bantuan alat. Dengan demikian, *napier's bones* berfungsi sebagai jembatan kognitif (*cognitive bridge*) antara pengalaman konkret dan pemahaman abstrak.

Abstraksi transisi ini penting terutama bagi siswa dengan *low average IQ*, karena kelompok ini memiliki keterbatasan dalam berpikir abstrak dan memerlukan media yang dapat memvisualisasikan hubungan antar bilangan secara nyata (Stefanelli & Alloway, 2020). Melalui *napier's bones*, siswa tidak hanya menghafal hasil perkalian saja, tetapi juga memahami struktur dan pola bilangan yang mendasarinya. Proses ini membantu memperkuat pemahaman konseptual (*conceptual understanding*) dan kelancaran prosedural (*procedural fluency*), yaitu dua komponen utama dalam penguasaan keterampilan operasi matematika (Hurst & Linsell, 2020).

2.1.4 Efektivitas *Napier's bones* untuk Meningkatkan Keterampilan Perkalian dan Pembagian

Efektivitas berasal dari kata dasar efektif. Kata efektif berasal dari bahasa Inggris yaitu *effective* yang diartinya sesuatu yang berjalan dengan baik atau berhasil. Efektivitas adalah sebuah pengukuran tercapainya tujuan atau sasaran yang telah ditentukan sebelumnya. Menurut Hidayat dalam (Pangestu, 2020) efektivitas ialah mengukur seberapa jauh target (kuantitas, kualitas dan waktu) telah tercapai yang mana jika semakin besar persentasenya tercapai maka efektivitasannya makin tinggi. Rachman (2022) mengemukakan efektivitas adalah sebuah unsur utama dalam mencapai tujuan ataupun sasaran yang telah ditentukan dalam setiap program kegiatan. Efektivitas berarti menggambarkan pengukuran sejauh mana suatu tujuan yang telah kita ditetapkan atau rencanakan berhasil kita capai. Pada intinya, efektivitas ini berkaitan dengan sebuah

realisasi maupun keberhasilan dari tujuan yang diinginkan. Jika berhasil mencapai sasaran atau tujuan sesuai yang diinginkan, baik itu dalam hal tujuan pembelajaran, hasil belajar siswa ataupun suatu pencapaian prestasi siswa, maka hal tersebut dianggap efektif.

Dalam penelitian subjek tunggal (SSR), data analisis dilakukan dengan statistik deskriptif yang sederhana. Analisis data merupakan komponen penting yang perlu dianalisis untuk mengetahui keefektifan metode terhadap subjek secara lebih mendalam. Terdapat *split half analysis* atau metode belah dua yang mana metode ini untuk membantu mengetahui keefektivitasan metode pada penelitian. Dalam *split half analysis* terdapat beberapa komponen dalam teknik menganalisis datanya secara umum. Dua jenis analisis dalam metode ini yaitu analisis dalam kondisi dan analisis antar kondisi (Prahmana, 2021). Analisis dalam kondisi ini bertujuan dalam melihat kecenderungan pada fase tertentu yaitu pada fase *baseline* atau intervensi, sedangkan analisis antar kondisi ini digunakan guna membandingkan dua fase berbeda yang mana untuk mengetahui pengaruh *treatment* atau intervensi terhadap subjek. Sehingga pada penelitian *single subject research* keefektifan hasil *treatment* atau intervensi terjadi ketika adanya suatu perubahan pada analisis dalam dan antar kondisi.

Analisis dalam kondisi menurut Sunanto et al., (2005) ialah menganalisis suatu perubahan data dalam satu kondisi, seperti pada kondisi *baseline* atau intervensi yang melibatkan analisis pada beberapa komponen, yaitu: estimasi kecenderungan arah, kecenderungan stabilitas, jejak data, level stabilitas dan rentang serta perubahan level.

(1) Estimasi Kecenderungan Arah

Kecenderungan arah adalah semua data dalam kondisi yang digambarkan oleh garis lurus yang melintasinya dimana banyaknya data berada diatas dan dibawah garis yang sama banyaknya. Kecenderungan arah juga disebut dengan tren, dimana memberikan gambaran tentang perilaku subjek. Dapat dilakukan dengan dua metode untuk pembuatan garis ini, yaitu dapat dilakukan dengan metode *freehand* (tangan bebas) dan dengan metode *split middle* (belah dua). Pada penelitian ini analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *split middle* (belah dua). Kecenderungan arah ini dapat dilihat pada fase *baseline* adalah meningkat dan fase intervensi adalah mendatar.

(2) Kecenderungan Stabilitas

Stabilitas data adalah suatu kondisi yang menggambarkan seberapa homogenya data. Kestabilan ini dapat diukur dengan cara menghitung jumlah data yang berada didalam rentang 50% diatas dan dibawah rata-rata. Jika semakin kecil variasi dalam datanya, maka semakin tinggi atau baik pula stabilitas suatu kondisi.

(3) Jejak Data

Jejak data adalah suatu kondisi yang terjadi sebuah perubahan dari satu data ke data yang lainnya yang dapat terjadi dengan tiga kemungkinan, yaitu menurun, tetap atau meningkat.

(4) Level Stabilitas dan Rentang

Rentang adalah jarak antara batas atas dan batas bawah atau selisih antara data pertama dan data terakhir atau derajat deviasi dari suatu data. Rentang ini akan memberikan sebuah informasi yang sama dan mirip dengan konsep tingkat perubahan level (*level change*).

(5) Perubahan Level

Tingkat perubahan level dapat diukur dari data ke data dalam kondisi yang sama dengan melihat peningkatan atau perbedaannya. Dengan semakin besar suatu peningkatan atau perbedaannya dari data ke data selanjutnya maka semakin tinggi pula perubahan dalam kondisi tersebut. Pada analisis ini membantu melihat suatu efek dari intervensi yang telah diberikan.

Sedangkan untuk analisis antar kondisi menurut (Yuwono, 2020) terdapat komponen utama yang dianalisis, yaitu jumlah variable, perubahan kecenderungan dan efeknya, perubahan kecenderungan stabilitas, perubahan level dan data overlap.

(1) Perubahan Kecenderungan Arah dan Efeknya

Dalam antar kondisi, perubahan kecenderungan arah dan efeknya adalah sebuah perubahan kecenderungan arah grafik antara kondisi pada *baseline* dan intervensinya yang menunjukkan makna dari perubahan *target behavior* (perilaku sasaran) yang disebabkan oleh suatu intervensi. Ada 9 kemungkinan kecenderungan arah grafik pada antar kondisi yang mana makna dari efeknya tergantung pada tujuan dari intervensinya, yaitu: 1) Mendatar ke menaik, 2) Mendatar ke mendatar, 3) Mendatar ke menurun, 4) Menaik ke menaik, 5) Menaik ke mendatar, 6) Menaik ke menurun, 7) Menurun ke menaik, 8) Menurun ke mendatar, 9) Menurun ke menurun.

(2) Perubahan Kecenderungan Stabilitas

Perubahan kecenderungan stabilitas antar kondisi menunjukkan seberapa konsisten data dalam suatu kondisi. Jika data menunjukkan tingkat stabilitas yang tinggi, maka ini menunjukkan bahwa hasilnya relatif tidak berubah dan dapat diandalkan sebaliknya, jika data menunjukkan tingkat stabilitas yang rendah, ini dapat menunjukkan bahwa subjek rentan terhadap intervensi.

(3) Perubahan Level

Perubahan level, atau perubahan posisi atau rata-rata data setelah intervensi yang dibandingkan dengan *baseline*, menunjukkan seberapa besar peningkatan atau penurunan yang terjadi setelah intervensi.

(4) Data Overlap

Dalam antar kondisi, data overlap adalah data yang tumpang tindih yang bermakna terjadi data yang sama pada kondisi *baseline* dengan intervensi, artinya tidak adanya perubahan pada kedua kondisi tersebut. Jika terjadi semakin banyak data yang tumpang tindih, maka semakin menunjukkan dugaan tidak adanya perubahan pada kondisi tersebut menguat. Demikian dapat diketahui bahwa pengaruh intervensi yang dilakukan terhadap perubahan perilaku (*behavior*) tidak dapat diyakinkan apabila data pada kondisi *baseline* lebih dari 90% yang tumpang tindih pada kondisi intervensi.

Oleh karena itu, dianggap efektif penggunaan *Napier's bones* sebagai alat intervensi atau *treatment* dalam meningkatkan keterampilan operasi perkalian dan pembagian pada siswa dengan *low average IQ*, apabila pada analisis kondisi dan antar kondisinya pada fase *baseline* dan fase intervensi menunjukkan adanya sebuah perubahan kearah kondisi atau target yang diharapkan. Dimana penggunaan *Napier's bones* dapat dianggap efektif dan memiliki efek keberlanjutan jika pada fase intervensi menunjukkan peningkatan kemampuan yang nyata jika dibandingkan dengan kondisi dasar atau fase *baseline* dan efek intervensi bertahan setelah intervensi dihentikan.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang membahas mengenai efektivitas *napier's bones* dalam meningkatkan keterampilan perkalian dan pembagian. Hasil penelitian-penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Malalina & Yenni (2019) dengan judul "Pemanfaatan Batang Napier Untuk Menghitung Operasi Perkalian dan Pembagian"

hasil penelitiannya menunjukkan bahwa media *napier's bones* ini membuat pembelajaran matematika khususnya pada perkalian dan pembagian lebih menyenangkan dan lebih mudah dipahami oleh siswa. Ditunjukkan dengan siswa yang sangat antusias dalam pembelajaran juga dilihat dari evaluasi, siswa sangat termotivasi untuk mengerjakan soal. Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa *napier's bones* efektif untuk operasi perkalian dan pembagian.

Penelitian yang dilakukan oleh Sahila *et al.* (2025) dengan judul penelitian “Penerapan Media Tulang Napier Berbantuan Metode Jarimatika dalam Meningkatkan Kemampuan Operasi Hitung Perkalian” dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa media tulang napier dapat secara signifikan meningkatkan kemampuan operasi perkalian siswa, terutama bagi siswa yang mengalami kesulitan dengan hasil uji hipotesis sig. (2-tailed) 0,012 ($< 0,05$). Penggunaan tulang napier ini terbukti efektif untuk membantu siswa dalam meningkatkan kemampuan operasi perkalian.

Penelitian yang dilakukan oleh Sudarto *et al.* (2024) dengan judul penelitian “Pengaruh Penggunaan Alat Peraga Batang Napier Terhadap Pemahaman Konsep Perkalian Siswa Kelas III SD” menunjukkan hasil yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu terjadinya peningkatan rata-rata nilai pemahaman perkalian siswa yang signifikan sebelum dan sesudah penggunaan alat *napier's bones* ini, yang sebelumnya dari 57,14 menjadi 83,34 setelah digunakannya media *napier's bones*. Hal ini menunjukkan bahwa media *napier's bones* efektif dalam membantu kemampuan pemahaman konsep perkalian siswa.

Penelitian yang dilakukan oleh Ningrum (2022) dengan judul “Penerapan Teknik Napier Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Operasi Hitung Perkalian” menunjukan hasil dari penelitian ini bahwa penerapan teknik napier melalui pendekatan yang konkret dan visual dapat membantu siswa berhasil dalam mengatasi kesulitan dalam perkalian bilangan besar akibat bingung dengan metode abstrak. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan teknik napier didapat sebuah peningkatan yang signifikan dari asal ketuntasan belajar siswa 20% menjadi 84% dengan nilai rata-ratanya dari 39,2 menjadi 78.

Berdasarkan penelusuran *research* terdahulu, penelitian ini memiliki kebaruan pada subjek yang diteliti yakni siswa dengan *low average IQ*. Hasil penelusuran *research* relevan pada Sinta-2 dengan kata kunci siswa dengan *low average IQ* pada pembelajaran

matematika belum ditemukan. Selanjutnya berdasarkan penelitian relevan, metode *napier's bones* dapat dianggap cocok untuk meningkatkan keterampilan perkalian dan pembagian.

2.3 Kerangka Berpikir

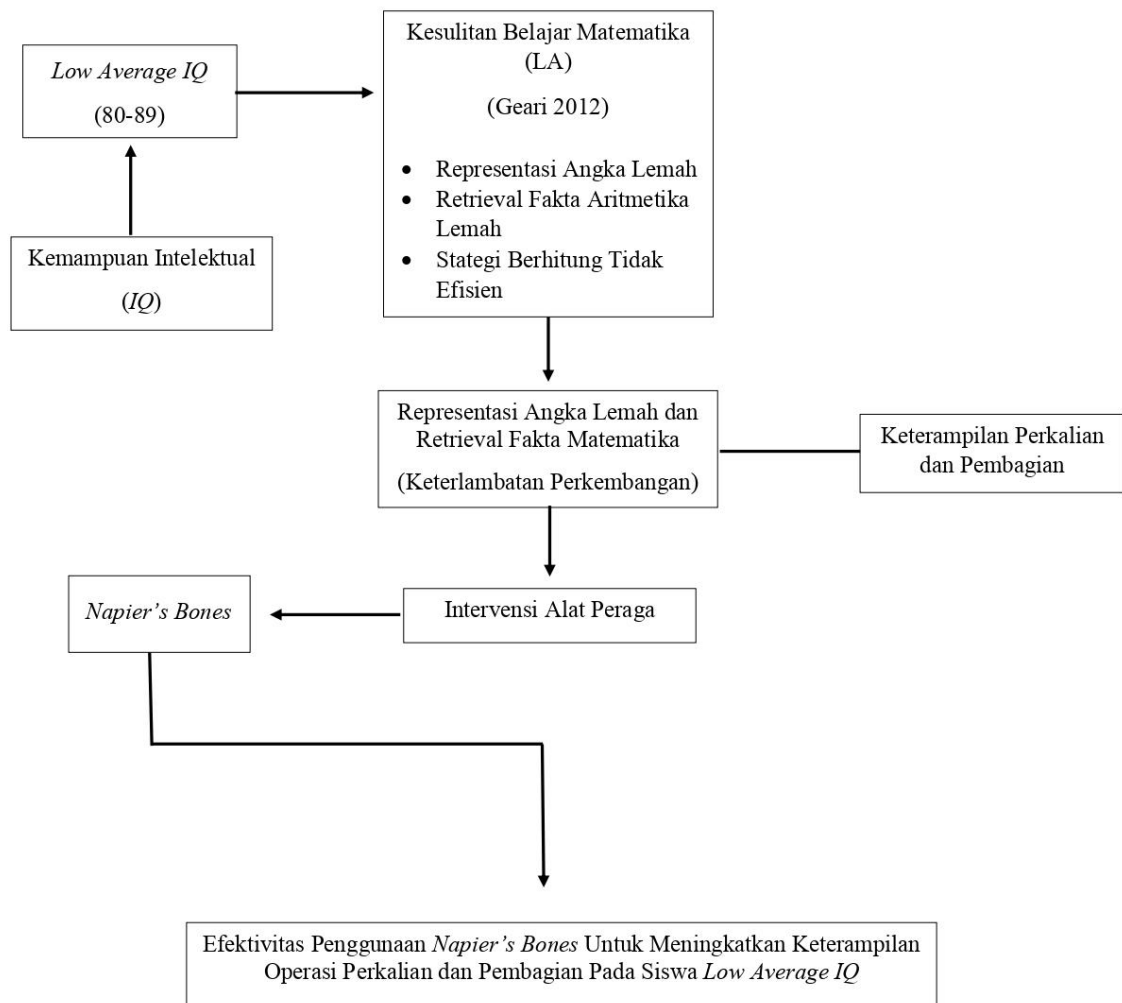
Intelligence Quotient (IQ) sering menjadi alat ukur dari kemampuan intelektual yang mana merupakan salah satu dari faktor kunci dalam sebuah proses pembelajaran. Nilai skor *IQ* mencerminkan suatu kapasitas pribadi manusia dalam memecahkan masalah, berpikir logis maupun dalam memahami konsep abstrak. Siswa yang memiliki skor *IQ* (80-89) dibawah rata-rata (*low average IQ*) seringkali mengalami kesulitan dalam mencerna maupun memproses informasi yang bersifat numerik, simbolik atau konseptual murni, maka dari itu siswa dengan keadaan tersebut membutuhkan suatu pendekatan pembelajaran yang lebih konkret agar dapat membantu mereka dalam membangun dasar dari pemahaman numerik sebelum mereka melangkah lebih jauh pada konsep yang tentunya lebih kompleks.

Dua operasi yang sering menjadi suatu tantangan utama dalam konteks matematika dasar yaitu operasi perkalian dan pembagian. Kedua operasi ini memaksa kemampuan kognitif siswa dalam melakukan runtutan langkah yang teratur juga sistematis, seperti dari mulainya mengingat fakta suatu perkalian dasar, menyusun metode hitung sampai dalam melakukan pengurangan yang berulang pada operasi pembagian. Bagi siswa dengan *low average IQ*, beban yang tinggi dari kerja memori jangka pendek (*working memory*) sering membuatnya terjebak dalam kesalahan perhitungan atau mengalami kesulitan dalam mengikuti prosedur dari perkalian dan pembagian. Kesulitan ini ditandai dengan lemahnya representasi angka, keterlambatan dalam memahami prosedur aritmetika serta kesulitan dalam pengambilan fakta dasar dari memori dan strategi pembelajaran yang kurang efektif (Geary, 2012). Walaupun begitu, kesulitan mereka bukan bersifat permanen namun hanya keterlambatan perkembangan dimana jika menggunakan metode dan strategi pembelajaran yang sesuai dapat membantunya.

Oleh karena itu, sangatlah wajar jika kesenjangan tersebut harus dijembatani dengan suatu cara agar dapat meminimalkan hal tersebut. Salah satunya adalah menggunakan media atau alat peraga pembelajaran. Salah satu media pembelajaran atau

alat peraga konkret yang mampu menghubungkan konsep abstrak matematika dengan realitas visual yang dapat dipahami siswa adalah *Napier's bones*. *Napier's bones* sangat cocok untuk operasi perkalian dan pembagian (Malalina & Yenni, 2019). Dengan tampilan yang sederhana dan sistematis, *napier's bones* dapat memberikan cara yang lebih mudah di pahami oleh siswa dengan *low average IQ* dan diyakini dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan kemampuan perkalian dan pembagian siswa dengan *low average IQ*.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti berencana untuk melakukan penelitian dengan judul “Efektivitas Penggunaan *Napier's bones* Untuk Meningkatkan Keterampilan Perkalian dan Pembagian pada Siswa *Low Average IQ: Single Subject Research*”



Gambar 2. 16 Kerangka Berpikir

2.4 Hipotesis

Hipotesis yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu “Penggunaan *Napier's bones* dapat dengan efektif meningkatkan keterampilan operasi perkalian dan pembagian pada siswa *low average IQ*”