PERAN ULTRASOUND-GUIDED PERIPHERAL NERVE BLOCK DALAM ANESTESI REGIONAL

Maftuh Hazazi Nilan[1], Agus Rukmana[2], Jacky Desfriadi[3]

[1,2,3]*Universitas YARSI*
Email : hazazi30nilan@gmail.com

ABSTRAK

Latar belakang: Ultrasound-guided peripheral nerve block (USG-PNB) memungkinkan visualisasi saraf, jarum, dan penyebaran anestetik lokal selama anestesi regional. Keuntungan teknis tersebut perlu ditelaah bersama manfaat klinis dan keterbatasan keselamatannya. **Tujuan:** Meninjau prinsip, penerapan, efektivitas, keamanan, dan faktor penentu keberhasilan USG-PNB dalam anestesi regional. **Hasil dan pembahasan:** Ultrasonografi mendukung identifikasi anatomi individual, pengarahan jarum, dan evaluasi distribusi anestetik lokal. Bukti menunjukkan peningkatan keberhasilan blok dan pengurangan kebutuhan volume anestetik lokal pada teknik tertentu, tetapi keunggulan terhadap onset, waktu pelaksanaan, analgesia, dan kepuasan pasien tidak konsisten pada semua blok. Blok saraf perifer berkontribusi terhadap analgesia multimodal dan pengurangan kebutuhan opioid; manfaat tersebut tidak seluruhnya dapat diatribusikan pada panduan ultrasonografi. Cedera saraf, toksisitas sistemik anestetik lokal, hematoma, infeksi, serta komplikasi respirasi tetap dapat terjadi. Pemilihan blok, regimen obat, kondisi pasien, dan kompetensi operator memengaruhi hasil tindakan. **Kesimpulan:** USG-PNB berperan dalam meningkatkan ketepatan anestesi regional dan mendukung analgesia perioperatif. Penerapannya memerlukan penilaian manfaat-risiko individual, keterampilan operator, serta pemantauan yang memadai. Keunggulan klinis harus ditafsirkan menurut jenis blok dan kualitas bukti yang tersedia.

Kata Kunci : *Ultrasonografi; Blok Saraf Perifer; Anestesi Regional; Analgesia Perioperatif; Keselamatan Pasien.*

ABSTRACT

Background: Ultrasound-guided peripheral nerve block (USG-PNB) enables visualization of nerves, needles, and local anesthetic spread during regional anesthesia. These technical advantages require evaluation alongside clinical benefits and safety limitations. **Objective:** To review the principles, applications, effectiveness, safety, and determinants of successful USG-PNB in regional anesthesia. **Results and discussion:** Ultrasound supports individualized anatomical assessment, needle guidance, and evaluation of local anesthetic distribution. Evidence indicates improved block success and reduced local anesthetic volume requirements for selected techniques, whereas advantages regarding onset, procedural time, analgesia, and patient satisfaction remain inconsistent across blocks. Peripheral nerve blocks contribute to multimodal analgesia and opioid reduction; these benefits cannot be attributed entirely to ultrasound guidance. Nerve injury, local anesthetic systemic toxicity, hematoma, infection, and respiratory complications may still occur. Block selection, drug regimens, patient characteristics, and operator competence influence outcomes. **Conclusion:** USG-PNB improves procedural precision in regional anesthesia and supports perioperative analgesia. Its implementation requires individualized risk-benefit assessment, operator competence, and appropriate monitoring. Clinical advantages should be interpreted according to block type and the quality of available evidence.

Keywords : *Ultrasonography; Peripheral Nerve Block; Regional Anesthesia; Perioperative Analgesia; Patient Safety.*

PENDAHULUAN

Anestesi regional menghasilkan hambatan penghantaran impuls saraf pada wilayah tubuh tertentu melalui pemberian anestetik lokal. Salah satu bentuknya adalah peripheral nerve block (PNB), yaitu pemberian anestetik lokal di sekitar saraf perifer atau pleksus untuk menghasilkan anestesi maupun analgesia pada distribusi persarafan yang sesuai. Teknik ini dapat digunakan sebagai anestesi pembedahan atau sebagai komponen pengendalian nyeri perioperatif. Keberhasilannya bergantung pada pemilihan sasaran, ketepatan penempatan obat, dan kesesuaian regimen dengan kebutuhan tindakan (Hadzic, 2017; Johnson et al., 2025).

Ultrasound-guided peripheral nerve block (USG-PNB) mengintegrasikan pencitraan dengan pelaksanaan blok. Ultrasonografi memungkinkan operator mengenali saraf dan struktur di sekitarnya, mengikuti posisi jarum, serta mengamati penyebaran anestetik lokal secara langsung. Informasi tersebut membantu penyesuaian pendekatan terhadap variasi anatomi pasien dan mendukung penempatan obat secara terarah. Penguasaan sonoanatomi dan visualisasi jarum menjadi dasar pemanfaatan teknologi ini (Gray, 2019; Bowness et al., 2022).

Manfaat klinis panduan ultrasonografi perlu dibedakan dari manfaat PNB itu sendiri. Penurunan nyeri atau kebutuhan opioid setelah pemberian blok menunjukkan kontribusi analgesia regional, tetapi tidak otomatis membuktikan keunggulan USG dibandingkan neurostimulasi atau penanda anatomis. Pedoman PERSEUS menunjukkan bahwa kekuatan bukti berbeda menurut jenis blok dan luaran yang dinilai. Pada saat yang sama, pencitraan tidak menghilangkan risiko cedera saraf, toksisitas anestetik lokal, atau komplikasi yang berkaitan dengan lokasi blok (Boselli et al., 2021; Kianian et al., 2024).

Perkembangan teknik juga memerlukan keseragaman nomenklatur, pendidikan operator, dan evaluasi luaran. Standardisasi anatomis membantu membedakan prosedur yang menargetkan struktur berdekatan sehingga dokumentasi dan interpretasi penelitian lebih konsisten (El-Boghdadly et al., 2024). Tinjauan ini bertujuan membahas prinsip, penerapan klinis, efektivitas, keamanan, serta faktor penentu keberhasilan USG-PNB untuk memperjelas perannya dalam anestesi regional.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan naratif (narrative review) untuk membahas peran ultrasound-guided peripheral nerve block (USG-PNB) dalam anestesi regional. Kajian difokuskan pada prinsip dan teknik pelaksanaan, penerapan klinis, efektivitas, keamanan, serta faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan tindakan USG-PNB. Data penelitian diperoleh melalui penelaahan literatur ilmiah yang relevan, meliputi artikel penelitian, tinjauan sistematis, meta-analisis, pedoman klinis, konsensus ahli, dan buku referensi di bidang anestesi regional. Literatur yang digunakan mencakup publikasi terkait identifikasi anatomi menggunakan ultrasonografi, keberhasilan blok saraf perifer, kebutuhan anestetik lokal, luaran analgesia, komplikasi, serta kompetensi operator.

Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif dan disintesis berdasarkan tema pembahasan. Hasil penelitian terdahulu dibandingkan dengan mempertimbangkan jenis blok, metode pembanding, karakteristik pasien, luaran klinis, dan kualitas bukti yang tersedia. Sintesis dilakukan untuk mengidentifikasi manfaat, keterbatasan, risiko komplikasi, serta faktor yang menentukan keberhasilan penggunaan USG-PNB dalam praktik klinis. Karena artikel ini

merupakan tinjauan naratif, hasilnya disajikan dalam bentuk uraian analitis dan tidak dimaksudkan sebagai estimasi efek gabungan yang dihitung sendiri dari seluruh penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Prinsip dan teknik USG-PNB

Anestetik lokal menghambat kanal natrium sehingga pembentukan dan penghantaran potensial aksi saraf terganggu. Pada PNB, distribusi anestesi ditentukan oleh saraf atau pleksus yang ditargetkan, sedangkan onset, intensitas, dan durasi dipengaruhi jenis obat, konsentrasi, volume, serta cara pemberiannya. Blok sensorik dan motorik perlu dinilai secara terpisah karena efek motorik yang membantu pembedahan dapat membatasi mobilisasi setelah operasi. Dengan demikian, pemilihan blok harus mempertimbangkan kebutuhan anestesi sekaligus rencana pemulihan pasien (Hadzic, 2017; Johnson et al., 2025).

Istilah ultrasound-guided menunjukkan penggunaan USG untuk memandu jarum selama tindakan. Hal ini berbeda dari ultrasound-assisted, yaitu pemindaian sebelum penusukan tanpa pemantauan jarum secara langsung. Pada teknik berpanduan USG, operator harus mengintegrasikan identifikasi sasaran, perencanaan jalur jarum, visualisasi ujung jarum, dan penilaian penyebaran obat. Gambar saraf yang jelas belum cukup apabila operator tidak dapat memastikan posisi ujung jarum selama pergerakannya (Boselli et al., 2021).

Pemilihan transduser disesuaikan dengan kedalaman sasaran. Transduser linear berfrekuensi lebih tinggi lazim digunakan untuk struktur superfisial, sedangkan transduser kurvilinear berfrekuensi lebih rendah membantu pencitraan struktur dalam. Pengaturan kedalaman, fokus, dan penguatan citra serta manipulasi transduser diperlukan untuk memperjelas hubungan saraf dengan otot, fasia, pembuluh darah, tulang, dan pleura. Penilaian tidak berhenti pada saraf target karena struktur di sepanjang jalur jarum turut menentukan keselamatan (Gray, 2019; Jamaleddin Ahmad et al., 2026).

Pada pendekatan in-plane, jarum berada dalam bidang pencitraan sehingga batang dan ujungnya dapat terlihat longitudinal apabila keduanya tetap sejajar dengan bidang USG. Pada pendekatan out-of-plane, jarum melintasi bidang pencitraan dan tampak sebagai potongan melintang; titik terang yang terlihat harus dibedakan antara ujung dan bagian batang jarum. Kedua pendekatan membutuhkan koordinasi transduser dan jarum. Visualisasi penyebaran anestetik lokal memberikan informasi tambahan mengenai lokasi pemberian, tetapi harus diikuti pemeriksaan klinis terhadap cakupan dan kecukupan blok (Boselli et al., 2021).

Persiapan mencakup penilaian kondisi pasien, dokumentasi neurologis, penentuan sasaran, persetujuan tindakan, serta kesiapan pemantauan dan penanganan komplikasi. Teknik aseptik, pemilihan regimen anestetik lokal, dan evaluasi selama injeksi merupakan bagian dari satu rangkaian keselamatan. Setelah blok, penilaian sensorik dan motorik perlu dikaitkan dengan wilayah operasi sebelum menyatakan anestesi memadai. Dokumentasi obat, dosis, teknik, respons, dan kejadian tidak diinginkan membantu pemantauan serta audit pelayanan (Boselli et al., 2021; Jamaleddin Ahmad et al., 2026).

Penerapan Klinis Dan Pemilihan Blok

USG-PNB diterapkan pada ekstremitas atas maupun bawah. Pada ekstremitas atas, pendekatan interskalenus, supraklavikular, infraklavikular, dan aksilaris menargetkan pleksus brakialis pada tingkat berbeda. Pada ekstremitas bawah, pilihan mencakup blok femoralis, kanal adduktor, dan iskiadikus sesuai wilayah persarafan yang dibutuhkan. Ketepatan lokalisasi tidak

menggantikan pemilihan blok yang tepat: obat yang berhasil ditempatkan di sekitar saraf tidak akan mencukupi apabila distribusi saraf tersebut tidak meliputi daerah tindakan (Johnson et al., 2025; El-Boghdadly et al., 2024).

Tabel 1. Contoh penerapan dan pertimbangan pemilihan blok

Pendekatan	Penerapan utama	Pertimbangan klinis
Interskalenus	Anestesi atau analgesia bahu sesuai kebutuhan tindakan.	Keterlibatan saraf frenikus dan cadangan respirasi pasien.
Supraklavikular dan infraklavikular	Pembedahan ekstremitas atas sesuai cakupan blok.	Hubungan pleksus dengan pembuluh darah dan pleura.
Aksilaris	Tindakan distal ekstremitas atas sesuai distribusi saraf.	Identifikasi cabang saraf dan kecukupan cakupan.
Femoralis	Analgesia wilayah anterior paha dan lutut sesuai prosedur.	Kelemahan kuadrisep dan keselamatan mobilisasi.
Kanal adduktor	Analgesia anteromedial lutut pada konteks yang sesuai.	Lokasi injeksi harus dibedakan dari segitiga femoral; efek motorik tetap dinilai.
Iskiadikus poplitea	Tindakan tungkai distal dan kaki sesuai distribusi saraf.	Cakupan saraf safenus tidak otomatis terpenuhi.

Sumber: disarikan dari Gray (2019), Johnson et al. (2025), dan El-Boghdadly et al. (2024). Cakupan akhir bergantung pada teknik dan kebutuhan operasi.

Konsensus ASRA-ESRA menegaskan pentingnya penamaan berdasarkan lokasi anatomis. Blok segitiga femoral dilakukan proksimal terhadap apeks segitiga femoral, sedangkan blok kanal adduktor berada distal terhadap batas tersebut dan proksimal terhadap hiatus adduktor. Pembedaan ini relevan karena perbedaan lokasi penyebaran obat dapat mengubah cakupan dan efek motorik. Blok bidang fasia juga perlu dibedakan dari blok yang langsung menargetkan saraf atau pleksus; hasil penelitian satu kelompok teknik tidak dapat diberlakukan untuk seluruh anestesi regional berpanduan USG (El-Boghdadly et al., 2024).

Teknik suntikan tunggal memberikan efek sesuai durasi regimen anestetik lokal, sedangkan kateter memungkinkan pemberian berkelanjutan atau bolus tambahan. Kateter dapat memperpanjang analgesia pada prosedur tertentu, tetapi menambah kebutuhan perawatan, pemantauan, dan penanganan masalah kateter. Keuntungan teknik kontinu tidak seragam pada semua operasi. Pemilihannya perlu mempertimbangkan perkiraan durasi nyeri, fungsi ekstremitas, kemampuan tindak lanjut, dan dukungan pelayanan (Kianian et al., 2024).

Efektivitas dan manfaat klinis

Keberhasilan blok harus dinilai sebagai kecukupan anestesi atau analgesia yang dibutuhkan pasien. Kebutuhan suplementasi, konversi menjadi anestesi umum, nyeri saat istirahat dan mobilisasi, serta penggunaan analgesik tambahan memberikan informasi yang lebih bermakna daripada keberhasilan pencitraan saja. Untuk menilai manfaat tambahan USG, kelompok pembanding harus menggunakan blok yang sebanding dengan metode lokalisasi lain. Perbedaan jenis blok, obat, pengalaman operator, dan definisi keberhasilan dapat memengaruhi hasil perbandingan (Boselli et al., 2021).

Tabel 2. Keberhasilan blok pleksus brakialis dalam pedoman PERSEUS

Blok	Bukti	USG	Pembanding	Interpretasi
Interskalenus	9 RCT; 744 peserta	98,9%	95,7%	Penurunan risiko kegagalan tidak bermakna secara statistik.
Supraklavikular	2 RCT; 120 peserta	95,0%	81,2%	Mendukung penurunan risiko kegagalan; jumlah penelitian terbatas.
Infraklavikular	8 RCT; 664 peserta	90,4%	82,5%	Mendukung penurunan risiko kegagalan; heterogenitas I^2 = 66%.
Aksilaris	10 RCT; 664 peserta	90,2%	82,4%	Interval kepercayaan analisis gabungan mencakup tidak adanya perbedaan.

Sumber: Boselli et al. (2021). RCT: randomized controlled trial. Pembanding mengikuti masing-masing penelitian dalam pedoman; persentase tidak merupakan perbandingan langsung antarjenis blok.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa angka keberhasilan yang secara deskriptif lebih tinggi belum selalu menghasilkan perbedaan bermakna pada analisis gabungan. Pada interskalenus, keberhasilan kedua kelompok sudah tinggi. Sebaliknya, data supraklavikular dan infraklavikular mendukung penurunan kegagalan, tetapi dibatasi jumlah penelitian atau heterogenitas. Karena itu, keunggulan USG perlu dinyatakan menurut teknik dan luaran tertentu, bukan sebagai jaminan bahwa seluruh blok menjadi lebih berhasil (Boselli et al., 2021).

Waktu pelaksanaan dan onset merupakan luaran berbeda. Dalam pedoman PERSEUS, panduan USG pada blok supraklavikular memperpendek waktu prosedur sekitar 1,29 menit, dengan interval kepercayaan 95% -1,69 hingga -0,89 menit. Perbedaan tersebut bermakna secara statistik, tetapi relevansi klinisnya dinilai terbatas. Pada blok infraklavikular, perbedaan waktu mencapai blok efektif tidak bermakna, dengan selisih rerata -0,82 menit dan interval kepercayaan 95% -2,11 hingga 0,46 menit. Penilaian efisiensi karena itu harus mempertimbangkan besarnya perubahan dan konteks pelayanan (Boselli et al., 2021).

Pemberian anestetik lokal yang terarah dapat mengurangi kebutuhan volume pada teknik tertentu. Satu penelitian blok femoralis yang dirangkum PERSEUS melaporkan minimum effective anesthetic volume pada 50% pasien (MEAV50) sebesar 15 mL dengan USG dan 26 mL dengan neurostimulasi. Angka MEAV50 merupakan ukuran penelitian, bukan volume yang menjamin keberhasilan klinis pada semua pasien. Pengurangan volume juga tidak identik dengan pengurangan dosis total apabila konsentrasi obat berbeda. Penetapan regimen tetap harus mempertimbangkan efektivitas, distribusi, dan risiko toksisitas (Boselli et al., 2021; Kianian et al., 2024).

Durasi dan onset juga dipengaruhi farmakologi. Meta-analisis Pietroski dos Santos et al. (2026), yang mencakup 10 uji acak dengan 516 peserta, membandingkan anestetik lokal kerja panjang dengan campurannya bersama obat kerja lebih singkat pada USG-PNB. Campuran mungkin tidak mengubah onset sensorik atau motorik, tetapi dapat memperpendek durasi sensorik sekitar 2,16 jam; interval kepercayaan 95% untuk perbedaannya adalah -4,16 hingga -0,17 jam.

Kepastian bukti sangat rendah. Temuan ini menilai regimen obat dalam blok berpanduan USG dan tidak menunjukkan efek mandiri pencitraan terhadap durasi blok.

Dalam analgesia multimodal, PNB dapat mengurangi kebutuhan opioid pada konteks pembedahan tertentu. Namun, manfaat ini mencerminkan efek blok bersama terapi perioperatif lainnya. Perbandingan USG dengan metode panduan lain belum menunjukkan perbaikan skor nyeri yang konsisten pada semua teknik. Demikian pula, penurunan nyeri saat prosedur tidak selalu disertai peningkatan kepuasan pasien. Luaran fungsional, lama rawat, dan kesiapan pulang perlu dinilai secara khusus karena dipengaruhi efek motorik, jenis operasi, komorbiditas, dan tata laksana pemulihan (Boselli et al., 2021; Kianian et al., 2024).

Keamanan dan komplikasi

Ultrasonografi mendukung keselamatan melalui pengenalan struktur yang perlu dihindari dan pemantauan injeksi, tetapi komplikasi tetap mungkin terjadi. Bukti mengenai kejadian berat sering terbatas oleh ukuran penelitian dan rendahnya frekuensi kejadian. Tidak ditemukannya komplikasi dalam penelitian kecil tidak dapat ditafsirkan sebagai ketiadaan risiko. Evaluasi keselamatan perlu mencakup kondisi awal pasien, pelaksanaan blok, faktor pembedahan, dan perkembangan klinis setelah tindakan (Boselli et al., 2021; Silverstein et al., 2022).

Cedera saraf dapat berkaitan dengan trauma jarum, injeksi intraneural, efek toksik obat, iskemia, atau kompresi hematoma. Gangguan neurologis pascaoperasi juga dapat berasal dari traksi, posisi, maupun trauma pembedahan. Tinjauan sistematis Silverstein et al. (2022) terhadap 53 penelitian pada operasi ekstremitas atas menunjukkan keterbatasan penentuan penyebab cedera hanya berdasarkan lokasi operasi atau pendekatan blok. Penelitian tersebut tidak membandingkan USG dengan teknik tanpa USG sehingga tidak dapat digunakan untuk memperkirakan penurunan risiko cedera akibat pencitraan. Injeksi intraneural tetap harus dihindari meskipun tidak setiap kejadian yang dilaporkan diikuti defisit menetap (Calciolari et al., 2023).

Local anesthetic systemic toxicity (LAST) terjadi akibat paparan sistemik anestetik lokal melalui injeksi intravaskular atau absorpsi jaringan. Manifestasinya dapat berupa gejala neurologis dan gangguan kardiovaskular, termasuk kejang serta aritmia. Pencitraan tidak meniadakan absorpsi sistemik atau seluruh kemungkinan injeksi intravaskular. Penilaian dosis total, pemberian bertahap, pemantauan, dan kesiapan penanganan merupakan komponen keselamatan yang tetap dibutuhkan. Nyeri saat injeksi atau tahanan yang tidak wajar memerlukan penghentian injeksi dan evaluasi ulang posisi jarum (Kianian et al., 2024; Jamaleddin Ahmad et al., 2026).

Pada pasien pengguna antitrombotik, risiko perdarahan dipengaruhi lokasi blok, kompresibilitas jaringan, serta konsekuensi hematoma. Pedoman ESAIC-ESRA 2022 membedakan blok superfisial dari blok dalam, dengan blok dalam mengikuti ketentuan terkait antitrombotik untuk prosedur neuraksial. Penggunaan USG membantu mengurangi pungsi vaskular tetapi tidak mengubah interval obat yang dipersyaratkan. Penilaian tersebut juga berlaku saat perencanaan pelepasan kateter, bukan hanya pada pemasangan awal (Kietaibl et al., 2022).

Tabel 3. Risiko utama dan aspek keselamatan USG-PNB

Risiko	Konteks	Aspek yang perlu diperhatikan
Cedera saraf	Trauma mekanis, injeksi, iskemia, atau faktor operasi.	Dokumentasi neurologis awal, visualisasi ujung jarum, respons pasien, dan evaluasi defisit baru.
LAST	Injeksi intravaskular atau absorpsi anestetik lokal.	Dosis total, pemberian bertahap, pemantauan, dan kesiapan penanganan.

Risiko	Konteks	Aspek yang perlu diperhatikan
Pungsi vaskular dan hematoma	Kedekatan pembuluh darah; penggunaan antitrombotik.	Lokasi dan kompresibilitas blok serta interval obat sesuai pedoman terkait.
Pneumotoraks dan paresis hemidiafragma	Pendekatan dekat pleura atau saraf frenikus.	Pemetaan anatomi, cadangan respirasi, dan pengenalan perubahan pernapasan.
Infeksi dan masalah kateter	Pemasangan serta pemeliharaan kateter kontinu.	Asepsis, pemeriksaan lokasi, fungsi kateter, dan tindak lanjut.
Kelemahan motorik dan jatuh	Blok ekstremitas bawah dan fase mobilisasi.	Evaluasi motorik, edukasi pasien, dan bantuan saat mobilisasi.

Sumber: Boselli et al. (2021), Kietaibl et al. (2022), Silverstein et al. (2022), Kianian et al. (2024), dan Jamaleddin Ahmad et al. (2026).

Komplikasi respirasi menegaskan pentingnya pemilihan teknik menurut kondisi pasien. Kedekatan pleura pada pendekatan tertentu menimbulkan risiko pneumotoraks, sedangkan keterlibatan saraf frenikus pada blok interskalenus dapat mengurangi fungsi hemidiafragma. Hal ini lebih bermakna pada pasien dengan cadangan pernapasan terbatas. Penggunaan USG atau modifikasi teknik tidak dapat dianggap menjamin bebas komplikasi tersebut. Pada ekstremitas bawah, analgesia yang baik juga perlu dinilai bersama kekuatan motorik agar mobilisasi tetap aman (Kianian et al., 2024; Jamaleddin Ahmad et al., 2026).

Kompetensi operator dan dukungan pelayanan

USG-PNB merupakan keterampilan yang menggabungkan pengetahuan anatomi, interpretasi citra, koordinasi mata-tangan, dan pengambilan keputusan klinis. Konsensus struktur anatomis yang perlu diidentifikasi membantu menentukan sasaran pembelajaran, sementara standardisasi nomenklatur mengurangi ketidakjelasan antarpendekatan. Pelatihan perlu mencakup akuisisi gambar dan visualisasi jarum sebagai keterampilan berbeda, kemudian mengintegrasikannya dalam praktik tersupervisi (Bowness et al., 2022; El-Boghdadly et al., 2024).

Uji acak multisenter Chuan et al. (2021) pada 140 mahasiswa kedokteran menunjukkan bahwa kemampuan visuospasial dan strategi latihan perlu diperhatikan dalam pembelajaran manipulasi jarum. Luaran utama berupa waktu penyelesaian tugas tidak berbeda bermakna. Perbedaan kelulusan pada kelompok kemampuan rendah merupakan luaran sekunder dan tidak cukup untuk menetapkan manfaat klinis pada pasien. Temuan tersebut mendukung penyesuaian pendidikan terhadap kebutuhan peserta, tetapi bukan dasar untuk menganggap performa simulasi setara dengan kompetensi klinis.

Savage et al. (2024) menelaah 27 penelitian teknologi pendidikan, termasuk kecerdasan buatan, realitas virtual, panduan jarum, robotik, augmented reality, dan umpan balik haptik. Sebagian besar melaporkan manfaat pembelajaran, tetapi bukti transfer keterampilan ke pelayanan pasien masih terbatas. Teknologi dapat membantu latihan, namun tidak menggantikan pemahaman anatomi atau penilaian mandiri. Konsensus kurikulum dari Italia juga menunjukkan upaya menetapkan prioritas teknik, dengan penerapan yang harus disesuaikan terhadap sistem pendidikan dan sumber daya setempat (De Cassai et al., 2024).

Pendidikan yang berkelanjutan perlu disertai supervisi, penilaian langsung, pencatatan pengalaman, dan audit luaran. Jumlah prosedur tidak cukup sebagai satu-satunya ukuran

kompetensi; kualitas pelaksanaan, kecukupan blok, kebutuhan suplementasi, dan kejadian tidak diinginkan perlu diperhatikan. Dalam pelayanan, ketersediaan alat harus diimbangi waktu pelatihan, pengajar, sarana pemantauan, dan kemampuan menangani komplikasi. Integrasi tersebut menentukan apakah keuntungan teknis USG dapat diterjemahkan menjadi manfaat bagi pasien (Boselli et al., 2021; Savage et al., 2024).

Secara klinis, peran USG-PNB paling tepat dipahami sebagai dukungan visual untuk melaksanakan blok yang sesuai dengan kebutuhan pasien. Pemilihan jenis blok dan regimen obat tetap menentukan cakupan serta durasi, sedangkan kompetensi dan pemantauan menentukan pemanfaatan informasi pencitraan.

KESIMPULAN

USG-PNB berperan penting dalam anestesi regional melalui identifikasi anatomi individual, pengarahan jarum, dan pemantauan penyebaran anestetik lokal. Bukti mendukung peningkatan keberhasilan serta pengurangan kebutuhan volume pada teknik tertentu, tetapi manfaat terhadap onset, waktu prosedur, kualitas analgesia, dan kepuasan pasien tidak konsisten pada seluruh blok. Kontribusi PNB terhadap analgesia multimodal dan pengurangan opioid tidak seluruhnya dapat diatribusikan pada panduan ultrasonografi. Risiko cedera saraf, LAST, perdarahan, infeksi, dan komplikasi respirasi tetap memerlukan perhatian. Manfaat optimal diperoleh melalui pemilihan teknik dan regimen yang sesuai, penilaian risiko pasien, kompetensi operator, serta pemantauan dan evaluasi berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Boselli, E., Hopkins, P., Lamperti, M., Estèbe, J.-P., Fuzier, R., Biasucci, D. G., Disma, N., Pittiruti, M., Traškaitė, V., Macas, A., Breschan, C., Vailati, D., & Subert, M. (2021). European Society of Anaesthesiology and Intensive Care guidelines on peri-operative use of ultrasound for regional anaesthesia (PERSEUS regional anesthesia): Peripheral nerves blocks and neuraxial anaesthesia. European Journal of Anaesthesiology, 38, 219–250. https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001383

Bowness, J. S., Pawa, A., Turbitt, L., Bellew, B., Bedforth, N., Burckett-St Laurent, D., Delbos, A., Elkassabany, N., Ferry, J., Fox, B., French, J. L. H., Grant, C., Gupta, A., Harrop-Griffiths, W., Haslam, N., Higham, H., Hogg, R., Johnston, D. F., Kearns, R. J., … Macfarlane, A. J. R. (2022). International consensus on anatomical structures to identify on ultrasound for the performance of basic blocks in ultrasound-guided regional anesthesia. Regional Anesthesia and Pain Medicine, 47(2), 106–112. https://doi.org/10.1136/rapm-2021-103004

Calciolari, S., González-Ortiz, L. G., Mongelli, F., Cantini, L., Capdevila, X., La Regina, D., & Saporito, A. (2023). Identification and economic burden of main adverse events of nerve injuries caused by regional anesthesia: A systematic review. Brazilian Journal of Anesthesiology, 73(3), 305–315. https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.02.043

Chuan, A., Jeyaratnam, B., Iohom, G., Shorten, G., Lee, P., Miglani, S., Kwofie, K., Szerb, J., Niazi, A. U., Jin, R., Jen, T., McCartney, C. J., & Ramlogan, R. (2021). Using psychometric ability to improve education in ultrasound-guided regional anaesthesia: A multicentre randomised controlled trial. Anaesthesia, 76, 911–917. https://doi.org/10.1111/anae.15353

De Cassai, A., Behr, A., Bugada, D., Canzio, D., Capelleri, G., Costa, F., Danelli, G., De Angelis, G., Del Buono, R., Fattorini, F., Fusco, P., Gori, F., Manassero, A., Pacini, I., Pascarella, G., Proietti Pannunzi, M., Russo, G., Russo, R., Santonastaso, D. P., … Torrano, V. (2024). Anesthesiologists ultrasound-guided regional anesthesia core curriculum: A Delphi consensus from Italian regional anesthesia experts. Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care, 4, Article 54. https://doi.org/10.1186/s44158-024-00190-2

El-Boghdadly, K., Albrecht, E., Wolmarans, M., Mariano, E. R., Kopp, S., Perlas, A., Thottungal, A., Gadsden, J., Tulgar, S., Adhikary, S., Aguirre, J., Agur, A. M. R., Altıparmak, B., Barrington, M. J., Bedforth, N., Blanco, R., Bloc, S., Boretsky, K., Bowness, J., … Elkassabany, N. M. (2024). Standardizing nomenclature in regional anesthesia: An ASRA-ESRA Delphi consensus study of upper and lower limb nerve blocks. Regional Anesthesia and Pain Medicine, 49, 782–792. https://doi.org/10.1136/rapm-2023-104884

Gray, A. T. (2019). Atlas of ultrasound-guided regional anesthesia (3rd ed.). Elsevier.

Hadzic, A. (Ed.). (2017). Hadzic's textbook of regional anesthesia and acute pain management (2nd ed.). McGraw-Hill Education.

Jamaleddin Ahmad, F. A., Herrera, J. A., Saldanha, J. M., Khan, A., Nasir, W., Otim, M. L., Amin, A. Y., Asemota, N. R., Bhadmus, S., AlShammari, F., Vikkiraman, A., & Kamran, I. (2026). Ultrasound-guided regional anesthesia: A narrative review of techniques, safety, and clinical applications. Cureus, 18(2), Article e102822. https://doi.org/10.7759/cureus.102822

Johnson, R. L., Kopp, S. L., Kessler, J., & Gray, A. T. (2025). Peripheral nerve blocks and ultrasound guidance for regional anesthesia. In M. A. Gropper, N. H. Cohen, L. I. Eriksson, L. A. Fleisher, S. Johnson-Akeju, & K. Leslie (Eds.), Miller's anesthesia (10th ed., pp. 1305–1329). Elsevier.

Kianian, S., Bansal, J., Lee, C., Zhang, K., & Bergese, S. D. (2024). Perioperative multimodal analgesia: A review of efficacy and safety of the treatment options. Anesthesiology and Perioperative Science, 2, Article 9. https://doi.org/10.1007/s44254-023-00043-1

Kietaibl, S., Ferrandis, R., Godier, A., Llau, J., Lobo, C., Macfarlane, A. J. R., Schlimp, C. J., Vandermeulen, E., Volk, T., von Heymann, C., Wolmarans, M., & Afshari, A. (2022). Regional anaesthesia in patients on antithrombotic drugs: Joint ESAIC/ESRA guidelines. European Journal of Anaesthesiology, 39, 100–132. https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001600

Pietroski dos Santos, N., Silva, V. de P., Oliveira, G. S. da S., Musacchio, V. C., & Carvalho, V. H. (2026). Efficacy of long-acting local anesthetics versus their mixture with shorter-acting local anesthetics for peripheral nerve blocks guided by ultrasound: A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. Regional Anesthesia and Pain Medicine, 51, 132–141. https://doi.org/10.1136/rapm-2024-106104

Savage, M., Spence, A., & Turbitt, L. (2024). The educational impact of technology-enhanced learning in regional anaesthesia: A scoping review. British Journal of Anaesthesia, 133(2), 400–415. https://doi.org/10.1016/j.bja.2024.04.045

Silverstein, M. L., Tevlin, R., Higgins, K. E., Pedreira, R., & Curtin, C. (2022). Peripheral nerve injury after upper-extremity surgery performed under regional anesthesia: A systematic review. Journal of Hand Surgery Global Online, 4, 201–207. https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2022.04.011