

Prinsip Kerja Ultrasonografi Doppler pada Kehamilan

Rodiani¹

¹Bagian Ilmu Kebidanan dan Kandungan, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

Abstrak

Pemeriksaan ultrasonografi telah dikenal dan dilakukan sejak tahun 1970-an, namun hingga saat ini belum ada pengaturan yang jelas mengenai tata cara pemakaiannya, termasuk juga dalam hal indikasi dari pemeriksaan ultrasonografi pada kehamilan salah satunya pemeriksaan ultrasonografi Doppler. Ultrasonografi Doppler merupakan alat yang sama dengan ultrasonografi biasa, namun pada ultrasonografi biasa hanya dapat menampilkan gambar dari pantulan gelombang suara dari organ yang diperiksa, sedangkan ultrasonografi Doppler memiliki efek Doppler. Dengan memanfaatkan efek Doppler, ultrasonografi tersebut dapat mendeteksi arah aliran darah dan juga kecepatan relatif aliran darah tersebut. Pada kehamilan, ultrasonografi Doppler dapat mengevaluasi status kesehatan janin dalam kandungan dengan menilai aliran pembuluh darah di otak dan jantung janin yang sudah terbentuk. Pemeriksaan tersebut juga dapat menilai apakah janin mendapatkan asupan oksigen dan nutrisi. Dengan ultrasonografi Doppler juga dapat melihat kelainan berupa gangguan pertumbuhan janin dengan melihat aliran darah dari tali pusat ke plasenta dan kondisi-kondisi janin lainnya.

Kata Kunci: kehamilan , prinsip kerja, ultrasonografi doppler

The Working Principle of Doppler Ultrasonography in Pregnancy

Abstract

Ultrasound examination has been known and carried out since the 1970s, but until now there has been no clear regulation regarding the procedure for its use, including in the case of an indication of ultrasound examination in pregnancy, one of which is Doppler ultrasound. Doppler ultrasonography is the same tool as ordinary ultrasonography, but on ordinary ultrasonography it can only display images of reflected sound waves from the organ being examined, whereas Doppler ultrasonography has a Doppler effect. By utilizing the Doppler effect, ultrasonography can detect the direction of blood flow and also the relative velocity of the blood flow. In pregnancy, Doppler ultrasonography can evaluate the health status of the fetus in the womb by assessing the flow of blood vessels in the brain and heart of the fetus that has been formed. The examination can also assess whether the fetus is getting oxygen and nutrition. Doppler ultrasonography can also see abnormalities in the form of fetal growth disorders by seeing blood flow from the umbilical cord to the placenta and other fetal conditions.

Keyword: doppler ultrasonography, procedural principle , pregnancy

Korespondensi: dr. Rodiani, M.Sc, Sp.OG, alamat Jl. Soemantri Brodjonegoro No. 1, HP 081222949925, e-mail rodianimoekroni@gmail.com.

Pendahuluan

Ultrasonografi Doppler merupakan suatu alat yang menggunakan gelombang suara untuk dapat mengetahui aliran darah di pembuluh darah. Ultrasonografi Doppler merupakan alat yang sama dengan ultrasonografi biasa, namun pada ultrasonografi biasa hanya dapat menampilkan gambar dari pantulan gelombang suara dari organ yang diperiksa, sedangkan ultrasonografi Doppler memiliki efek Doppler. Dengan memanfaatkan efek Doppler, ultrasonografi tersebut dapat mendeteksi arah aliran darah dan juga kecepatan relatif aliran darah tersebut.¹

Selama pemeriksaan ultrasonografi Doppler, sebuah alat seukuran sabun batang (*transducer*) berfungsi sebagai pengirim gelombang suara sekaligus penerima gelombang suara yang dipantulkan oleh organ

padat yang diperiksa, termasuk sel-sel darah merah. Transduser tersebut diaplikasikan pada kulit di atas organ yang akan diperiksa. Adanya pergerakan dari sel-sel darah merah menyebabkan perubahan frekuensi gelombang suara yang dipantulkan dan diterima *transducer* (disebut dengan efek Doppler).¹

Proses ultrasonografi Doppler biasanya diawali dengan mengoleskan gel pada permukaan kulit bagian tubuh yang akan dipindai. Selanjutnya, perangkat genggam yang disebut transduser, akan diletakkan di atas permukaan kulit untuk memulai pemindaian. Perangkat ini kemudian akan mengirimkan gelombang suara yang kemudian akan diperkuat melalui mikrofon.¹

Prinsip kerja ultrasonografi Doppler didasarkan pada efek Doppler. Bila obyek merefleksikan gelombang ultrasonik maka berpindah mengubah frekuensi pantulan,

sehingga membuat frekuensi lebih tinggi. jika merupakan perpindahan menuju/mendekati *probe* dan frekuensi lebih rendah jika merupakan perpindahan menjauhi *probe*. Seberapa banyak frekuensi yang diubah tergantung pada seberapa cepat obyek berpindah. Ultrasonografi Doppler mengukur perubahan dalam frekuensi pantulan untuk dihitung seberapa cepat obyek berpindah.²

Pada hakekatnya, mesin ultrasonografi paling modern tidak menggunakan efek Doppler untuk mengukur percepatan, sebagaimana telah dipercayakan pada lebar pulsa Doppler. Mesin lebar pulsa memancarkan pulsa ultrasonik, kemudian disaklar dalam mode menerima. Dengan demikian pulsa direfleksikan sehingga yang diterima bukan subyek pergeseran fasa, melainkan seperti resonansi tidak kontinyu. Oleh karena itu dengan membuat beberapa pengukuran, pergeseran fase dalam urutan pengukuran dapat digunakan untuk mencapai pergeseran frekuensi (karena frekuensi adalah tingkat perubahan fasa). Untuk mencapai pergeseran fasa antara sinyal yang dipancarkan dan yang diterima, pada umumnya digunakan satu dari dua algoritma Kasai atau *cross-correlation*.²

Isi

Bagian-bagian mesin ultrasonografi Doppler

Mesin ultrasonografi lama yang menggunakan Doppler gelombang kontinyu atau *continue wave* (CW), memperlihatkan efek Doppler seperti yang telah diuraikan di atas. Untuk melakukan hal tersebut, transduser pengirim dan penerima harus dipisahkan. Sebagian besar penggambaran kembali mesin gelombang kontinyu, tidak dapat memberikan informasi jarak, hal ini merupakan keuntungan besar dari sistem pulsa *wave* (PW), dimana waktu antara pengiriman dan penerimaan pulsa dapat diubah ke dalam informasi jarak dengan mengetahui kecepatan suaranya.²

Mesin ultrasonografi Doppler pada dasarnya terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:^{1,3}

1. **Probe transduser** yang berfungsi mengirim dan menerima gelombang suara.

Probe transduser merupakan alat utama dari mesin ultrasonografi. *Probe* transduser membuat gelombang suara dan menerima pantulan, atau bisa dikatakan *probe* transduser merupakan mulut dan

telinganya mesin ultrasonografi. *Probe* transduser membangkitkan dan menerima gelombang suara dengan menggunakan prinsip yang dinamakan efek piezolistrik (tekanan listrik), yang telah diketemukan oleh Pierre dan Jacques Currie pada tahun 1880. Dalam *probe* transduser terdapat satu atau lebih kristal piezolistrik. Bila arus diberikan ke Kristal, maka Kristal dengan cepat berubah bentuk. Kecepatan berubah bentuk atau vibrasi akan menghasilkan gelombang suara. Sebaliknya bila suara atau tekanan gelombang dikenakan pada kristal maka akan menghasilkan arus. Oleh karena itu, beberapa Kristal dapat digunakan untuk mengirim dan menerima gelombang suara. *Probe* transduser juga mempunyai penyerap suara untuk mengeliminasi pantulan balik dari *probe* itu sendiri, dan sebuah lensa akustik untuk membantu memfokuskan emisi gelombang suara.

Probe transduser mempunyai banyak bentuk dan ukuran. Bentuk *probe* menentukan pandangan bidang dan frekuensi emisi gelombang suara, kedalaman penetrasi gelombang suara dan resolusi gambar. *Probe* transduser mungkin berisi satu atau lebih elemen Kristal, dalam *probe* multiple elemen Kristal, setiap Kristalnya memiliki rangkaian sendiri. *Probe* multiple elemen Kristal memiliki keuntungan bahwa berkas dapat dikendalikan dengan mengubah waktu pengambilan pulsa setiap elemen, pengendalian berkas penting, khususnya pada *cardiac ultrasonography*. *Probe* transduser dapat dipindahkan sepanjang permukaan tubuh, dan banyak *probe* transduser yang dirancang untuk dapat disisipkan melalui variasi lubang tubuh (seperti vagina, dubur) sehingga dapat lebih membuka organ yang diperiksa (seperti kandungan, kelenjar prostat dan perut. Dengan lebih membuka organ tubuh tersebut memungkinkan untuk melihat lebih detail.

2. **Central Processing Unit (CPU)** yang melakukan semua perhitungan dan berisi sumber daya untuk komputer dan *probe* transduser.

CPU merupakan otak mesin ultrasonografi. Pada dasarnya CPU merupakan unit pengolah atau pemroses

dari sebuah komputer yang berisi *chip microprocessor*, penguat dan *power supply* untuk mikroprosesor dan *probe* transduser. CPU mengirim arus listrik ke probe transduser untuk mengemisikan gelombang suara dan juga menerima pulsa listrik dari *probe* pantulan. CPU melakukan semua perhitungan meliputi pemrosesan data. Satu bahan data diproses, CPU membentuk gambar dalam monitor. CPU dapat juga menyimpan data yang telah diproses atau menyimpan pada disk.

3. **Pulsa control transduser** berfungsi mengubah amplitudo, frekuensi dan durasi dari pulsa yang diemisikan dari *probe* transduser.

Transduser pengontrol pulsa memungkinkan operator yang disebut ultrasonographer mengatur dan mengubah frekuensi dan durasi pulsa ultrasonik, sebgas scan mode mesin. Komando dari operator diterjemahkan ke dalam perubahan arus listrik yang diaplikasikan pada kristal piezolistrik yang merupakan probe transduser.

4. **Monitor** yang menampilkan dan memperagakan kandungan, kelenjar prostat, perut, kandungan, dan gambar dari data ultrasonik yang telah diproses oleh CPU.

Monitor Peraga berupa monitor komputer yang menunjukkan pemrosesan data dari CPU. Monitor peraga ada yang hitam putih dan juga ada yang berwarna tergantung dari jenis model mesin ultrasonografi.

5. **Keyboard** untuk memasukan data dan mengambil hasil pengukuran untuk ditampilkan dan diperagakan.

Mesin ultrasonografi memiliki *keyboard* dan *cursor*. Piranti ini memungkinkan operator menambah catatan dan pengukuran dalam melakukan pengambilan data pengukuran.

6. **Piranti penyimpan (disket, CD)** diperlukan untuk menyimpan gambar yang dibutuhkan.

Data dan atau gambar yang diproses dapat disimpan dalam disk. Disk bisa berupa *hard disk*, *floppy disk*, *flash disk*, *compact disk* (CD) dan *digital video disk* (VCD dan DVD). Pada umumnya pasien *scan ultrasonography* menyimpan data dan atau gambar pada *flash disk* yang

dilengkapi dengan arsip catatan medis pasien.

7. **Printer** untuk mencetak gambar dari tampilan dan peragaan data.

Mesin ultrasonografi kebanyakan mempunyai *printer thermal* yang dapat digunakan untuk mencetak gambar *hard copy* dari gambar yang diperagakan pada monitor. Fetal Doppler memberikan informasi tentang janin mirip dengan yang disediakan oleh stetoskop janin. Satu keuntungan dari fetal Doppler dibanding dengan stetoskop janin (murni akustik) adalah output audio elektronik, yang memungkinkan orang selain pengguna untuk mendengar detak jantung. Fetal doppler juga mempermudah seorang bidan dalam menghitung denyut jantung janin tanpa harus berkonsentrasi penuh dalam menghitung denyut jantung janin (DJJ). Fungsi Doppler adalah untuk mendeteksi detak jantung pada janin, yang biasanya digunakan pada usia kehamilan 16 minggu ke atas.

Pengoperasian Ultrasonografi Doppler pada Kehamilan

Doppler menggunakan frekuensi sebesar 2,25 MHz yang digunakan untuk mendeteksi detak jantung janin usia 16 minggu, frekuensi dibangkitkan oleh *oscilator* kemudian dipancarkan oleh *transmitter* ke media pengukuran dan hasil pengukuran diterima kembali oleh *reciever*, lalu sinyal masuk ke pre-amp untuk dikuatkan kemudian disaring melalui filter dan dikuatkan oleh *amplifier* (penguat akhir). Kemudian output dari *amplifier* masuk ke ADC (*analog to digital converter*) dirubah menjadi data digital. Kemudian ditampilkan jumlah detakan jantung janin yang terukur melalui *display* dan *speaker*.⁴

Cara pengoperasian :

1. Tekan tombol *ON/OFF* untuk menghidupkan Doppler
2. Beri jel pada transduser
3. Letakkan transduser pada objek
4. Settingan volume agar detak jantung janin terdengar melalui *speaker*
5. Hitung detak jantung janin selama 1 menit
6. Detak janin akan ditampilkan pada *display*

Ringkasan

Ultrasonografi Doppler dapat membantu dokter untuk mengevaluasi pembuluh darah arteri dan vena, seperti di tangan, kaki dan leher. Ultrasonografi Doppler dapat memperkirakan seberapa cepat aliran darah dengan mengukur frekuensi yang diterima alat tersebut dari organ yang diperiksa. Dengan ultrasonografi Doppler dapat mendeteksi keadaan seperti berikut:^{2,3,5}

1. Adanya bekuan darah di pembuluh darah atau penyempitan pembuluh darah hampir di seluruh tubuh, terutama leher, tangan dan kaki
2. Gangguan fungsi katup pada vena-vena di kaki yang dapat menyebabkan darah terkumpul di kaki (insufisiensi vena)
3. Penurunan sirkulasi darah ke kaki (penyakit arteri perifer)
4. Adanya arteri yang membesar (aneurisma)
5. Jumlah dan lokasi plak yang terbentuk di pembuluh darah arteri yang menyebabkan penyempitan arteri
6. Mengevaluasi aliran darah setelah serangan stroke atau kondisi lain yang disebabkan karena gangguan aliran darah.
7. Mengevaluasi aliran darah pada ginjal atau hati yang ditrasplantasikan.
8. Pada ibu hamil, ultrasonografi Doppler dapat mengevaluasi status kesehatan janin dalam kandungan dengan menilai aliran pembuluh darah di otak dan jantung janin yang sudah terbentuk. Pemeriksaan tersebut juga dapat menilai apakah janin mendapatkan asupan oksigen dan nutrisi. Dengan ultrasonografi Doppler dapat melihat kelainan yang mungkin atau sudah terjadi selama kehamilan, seperti: gangguan pertumbuhan janin dengan melihat aliran darah dari tali pusat ke plasenta dan kondisi janin saat ibu mengalami keracunan kehamilan (preeklampsia).^{6,7}

Simpulan

Pemeriksaan ultrasonografi Doppler sebaiknya dilakukan dengan peralatan USG *real-time* dapat menggunakan cara transabdominal dan/atau transvaginal. Frekuensi gelombang ultrasonik yang digunakan pada transduser (*probe*) sebaiknya disesuaikan dengan keperluan. Pemeriksaan

ultrasonografi Doppler terhadap janin hanya dilakukan bilamana ada alasan medik yang jelas. Informasi diagnostik yang diperlukan sebaiknya diperoleh melalui pemaparan ultrasonik yang serendah mungkin.

Daftar Pustaka

1. Chudleigh T, Thilaganathan B. Evaluating the pregnancy using USG in obstetric ultrasound how, why and when. Edisi ke-3. Philadelphia: Elsevier Health Scienceth Deph; 2004. hlm. 176-83.
2. Nemescu D, Berescu A, Rotariu C. Variation of safety indices during in the learning curve for color Doppler assessment of the fetal heart. *Med Ultrason*. 2015;17(4):469-74.
3. Kwon JY, Park IY. Fetal heart rate monitoring to computerized analysis. *Obstet Gynecol Sci*. 2016;59(2):79-84.
4. Saifuddin AB, Wibowo N, dkk. Plasenta, Tali Pusat, Selaput Janin dan Cairan Amnion [internet]. 2019. Diakses pada 30 Februari 2019. Kuliah Obstetri Ginekologi. Tersedia dari: www.unguiviolet.com.
5. Cunningham FG, Gant NF, Leveno KJ, Gilstrap LC, Hauth JC, Wenstrom KD. Plasenta dan membran janin. Dalam: Cunningham FG, Gant NF, Leveno KJ, Gilstrap LC, Hauth JC, Wenstrom KD, penyunting. *Obstetri williams*. Jakarta: EGC; 2004.
6. Wiknjosastro H. Perubahan anatomik dan fisiologik pada wanita hamil. Dalam : Wiknjosastro H, Saifuddi AB, Rachimhadhi T, penyunting. *Ilmu Kebidanan*. Edisi ke-3. Jakarta: Yayasan Bina Pustaka Sarwono Prawirohardjo; 2007.
7. Karsono Bambang. Ultrasonografi obstetri. Dalam: Hariadi R. *Ilmu kedokteran fetomaternal*. Surabaya: Himpunan Kedokteran Fetomaternal Perkumpulan Obstetri dan Ginekologi Indonesian; 2004.