

HUBUNGAN BERAT BADAN TERHADAP *ENHANCEMENT* HEPAR PADA PEMERIKSAAN CT SCAN ABDOMEN 3 FASE PADA PASIEN DENGAN KLINIS *HEPATOCELLULAR CARCINOMA*

Mahfud Edy Widiatmoko^{1*}, Al-Abidah Syahara Putri Rohendyati², Annila Suryo Saputro³, Asumsie Tarigan⁴, Eny Supriyaningsih⁵, Heri Kuswoyo⁶

^{1,4,5,6,7}Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta 2, Indonesia

²Prodi Teknologi Radiologi Pencitraan Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta 2, Indonesia

³Departemen Radiodiagnostik Rumah Sakit Pusat Persahabatan, Indonesia

^{1*}Email: mhfdmoko@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan *enhancement* hepar pada pemeriksaan CT Scan abdomen 3 fase dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah berat badan. Berat badan menunjukkan hubungan terbalik rasio satu banding satu dengan *enhancement* kontras. Berat badan menunjukkan hubungan berkebalikan dengan rasio satu dibanding satu terhadap peningkatan kontras. Berat badan mempengaruhi tingkat *enhancement* pada vaskuler dan parenkim. Media kontras yang lebih encer jika diberikan pada pasien dengan volume darah lebih besar dan berat badan besar dibandingkan pada pasien yang kurus. Hal ini membuat konsentrasi kontras dalam darah berkurang dan *enhancement* kontras menjadi lebih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan berat badan terhadap *enhancement* hepar pada pemeriksaan CT Scan Abdomen 3 fase dengan klinis hepatocellular carcinoma. Desain penelitian ini adalah analitik kuantitatif dengan menggunakan uji korelasi Pearson terhadap rata-rata nilai HU hepar dari tiga kelompok berat badan. Penelitian ini dilakukan di RSUP Persahabatan, pada bulan Januari-Mei 2024 dengan 30 sampel dengan teknik *purposive sampling*. Hasil: penelitian menunjukkan bahwa nilai *enhancement* hepar dengan *p-value* 0.000 dan *r-value* -0.612 untuk fase arteri dan *p-value* 0.000 dan *r-value* -0,629 untuk fase vena. Kesimpulan: Berat badan berbanding terbalik dengan *enhancement* hepar, apabila berat badan bertambah maka nilai *enhancement* hepar akan berkurang

Keywords: Berat Badan, CT Abdomen 3 fase, *Enhancement Hepar*, Fase Arteri, Fase Vena

THE CORRELATION BETWEEN BODY WEIGHT AND HEPATIC ENHANCEMENT IN THREE-PHASE ABDOMINAL CT SCAN EXAMINATIONS WITH CLINICAL HEPATOCELLULAR CARCINOMA

ABSTRACT

Enhancement of the liver on CT Scan of the abdomen 3 phases. Influenced by various factors, one of which is body weight. Body weight shows an inverse relationship of one to one with contrast enhancement. Body weight shows an inverse relationship of one to one with contrast enhancement. Body weight affects the level of enhancement in the vascular and parenchymal areas. Contrast media that is more dilute when administered to patients with larger blood volume and higher body weight compared to thinner patients. This results in reduced contrast concentration in the blood and lower contrast enhancement. This study

aims to analyze the relationship between body weight and liver enhancement in 3-phase abdominal CT scans with clinical hepatocellular carcinoma. The study design is an analytical quantitative study using Pearson's correlation test on the average HU values of the liver from three body weight groups. The study was conducted at Persahabatan Hospital from January to May 2024 with 30 samples using purposive sampling. The results showed that the hepatic enhancement value with p-value 0.000 and r-value -0.612 for arterial phase and p-value 0.000 and r-value -0.629 for venous phase. Conclusion: Body weight is inversely related to hepatic enhancement, if body weight increases, the value of hepatic enhancement will decrease.

Keywords: Arterial Phase , Body Weight, CT abdomen 3 Phases, Hepar Enhancement, , Venous Phase

PENDAHULUAN

Latar Belakang: CT Scan merupakan salah satu perkembangan teknologi kesehatan dalam bidang radiologi dengan menggunakan sinar-X dan perangkat komputer pengolah sinyal untuk menghasilkan gambar potongan melintang dari tubuh manusia (Lubis, 2020). CT Scan dapat digunakan untuk berbagai indikasi klinis, tergantung pada organ yang akan dievaluasi (Paulo et al., 2020). Contrast-Enhancement Computed Tomography (CECT) merupakan metode untuk meningkatkan perbedaan densitas yang terlihat di antara struktur yang berdekatan pada pencitraan CT Scan dengan memberikan media atau bahan kontras. Hal ini termasuk membedakan antara struktur jaringan yang normal dengan abnormal. (Romans, 2011)(Xu et al., 2016)(Liu et al., 2021). Contoh pemeriksaan yang dapat dilakukan oleh CT Scan yaitu menilai indikasi klinis pada hepar, salah satunya Hepatocellular Carcinoma (HCC) (Yang & Heimbach, 2020)(Zakiyyah et al., 2024). Faktor risiko dari HCC antara lain virus hepatitis B dan C, alkohol, diabetes, obesitas, dan gangguan metabolisme (McGlynn et al., 2021).

HCC dapat didiagnosis berdasarkan ciri khas dari hyperenhancement fase arteri, fase vena atau fase delay dengan menggunakan media kontras pada CT Scan abdomen 3 fase (Yang & Heimbach, 2020). Teknik pemasukkan media kontras secara intravena bisa menggunakan automatic bolus tracking atau fixed delay. Pada teknik bolus tracking dengan nilai threshold 60 HU di aorta menghasilkan enhancement kontras yang lebih tinggi pada aorta dan limpa saat fase vena tetapi tidak berpengaruh pada enhancement hepar. Selain itu, teknik bolus tracking dapat mengurangi variabilitas untuk enhancement hepar di antara pasien yang berbeda (Adibi & Shahbazi, 2014)(Ainun Na'im, 2020)(Kai et al., 2018).

Media kontras berfungsi untuk meningkatkan perbedaan densitas antara jaringan dengan mengubah kepadatan struktur anatomi, sehingga mengubah tingkat di mana jaringan yang mengalami enhancement akan mengatenuasi berkas sinar-X(Koç et al., 2019). Perubahan dalam atenuasi ini dapat meningkatkan visibilitas struktur organ atau jaringan saat CECT. Karena jaringan yang berbeda sering kali memiliki enhancement yang berbeda serta karena bahan kontras digunakan secara berbeda pada jaringan normal dan jaringan abnormal, media kontras dapat berfungsi untuk memperluas perbedaan yang melekat pada nilai atenuasi. Perbedaan ini sering kali membuat jaringan, tumor, dan proses penyakit lebih mudah terlihat (Romans, 2011). Nilai atenuasi menggambarkan perbedaan densitas suatu jaringan dengan satuannya yaitu Hounsfield Unit (HU) (Jensen et al., 2019). Pada hepar normal, nilainya berkisar antara +55 HU hingga +60 HU. Rata-rata nilai HU parenkim hepar saat fase arteri yaitu +77.3 HU dan fase vena +102.6 HU. Nilai Tumor-Liver Contrast (TLC) mewakili konsistensi lesi pada hepar selama fase arteri dengan nilai +38 HU dan saat fase vena dengan nilai -12 HU (Feng et al., 2017). Dampak pengurangan dosis media kontras akan menurunkan sensitivitas dan spesifitas dalam menilai dan karakterisasi lesi pada hepar (de Jong et al., 2021). CT Scan mampu

mendiagnosis HCC dengan nilai sensitivitas 77,5 % dan spesifitas 91,3 %. Apabila dosis media kontras terjadi penambahan maka dapat meningkatkan risiko toksisitas ginjal (Nadarevic et al., 2022)(Aoun et al., 2018).

Kriteria hasil CT Scan pada klinis HCC yaitu nodul yang menunjukkan pola enhancement pada fase arteri sehingga membuat gambaran nodul menjadi hyperenhancement (Kim et al., 2019). Pada CT Scan abdomen 3 fase, enhancement maksimum parenkim hepar diperoleh selama fase vena untuk menunjukkan lesi hipovaskuler sebagai massa dengan atenuasi rendah (Legesse et al., 2023). Nodul dengan atenuasi rendah berdiameter ≥ 2 cm yang menunjukkan batas berbeda jika dibandingkan dengan parenkim yang berdekatan dianggap sebagai HCC (Nadarevic et al., 2022).

Enhancement hepar pada hasil citra CT Scan bergantung pada beberapa faktor, antara lain suplai darah, di mana hepar menerima sekitar 25 % suplai darah dari arteri hepatic dan 75 % berasal dari vena porta, kemudian faktor lainnya yaitu parameter CT Scan (tegangan tabung dan scan delay), parameter injeksi (flow rate, konsentrasi kontras dan volume kontras) dan faktor yang berhubungan dengan pasien (tinggi badan, cardiac output, usia dan berat badan) (Feng et al., 2017). Menurut LI-Rads, fase arteri merujuk kepada fase arteri hepatica setelah masuknya kontras (post contrast) dengan karakteristik arteri hepatica dan cabang-cabangnya telah mengalami enhancement. Terdapat dua tipe dari fase arteri, yaitu early artery phase dan late artery phase. Pada fase vena, vena porta mengalami enhancement serta parenkim hepar juga mengalami enhancement melalui suplai darah oleh vena porta yang menyebabkan beberapa enhancement pada vena hepatica. Fase delay atau yang sering disebut juga fase equilibrium atau fase wash out memperlihatkan vena porta, vena hepatica dan parenkim hepar dengan sedikit enhancement dibandingkan pada saat fase vena. (Kambadakone et al., 2018).

Faktor pasien yang paling kuat memengaruhi enhancement kontras adalah indeks ukuran tubuh seperti berat badan, indeks massa tubuh (IMT), luas permukaan tubuh, dan berat badan tanpa lemak. Di antara semua ini, berat badan paling banyak digunakan untuk menentukan dosis media kontras untuk pemeriksaan CT Scan. Pada manusia dengan berat badan standar, volume ECF (extracellular fluid) tempat media kontras didistribusikan mencapai 33% dari berat badan. Akibatnya, ketika berbagai volume media kontras disuntikkan ke dalam individu dengan habitus tubuh standar, nilai HU pembuluh darah dan organ menunjukkan korelasi linier terbalik dengan berat badan (Bae, 2010).

Dalam jurnal An Individually Optimized Protocol Of Contrast Medium Injection In Enhanced CT Scan for Liver Imaging, 2017 dengan menggunakan tiga kelompok sampel berat badan, yaitu ≤ 50 kg, >50 kg- <65 kg dan ≥ 65 kg menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai HU di antara tiga kelompok berat badan. Hal tersebut menunjukkan berat badan dapat memengaruhi enhancement pada hepar (Feng et al., 2017)

Penggunaan CT Scan dalam mendiagnosis HCC dengan berbagai ukuran dan staging memiliki nilai sensitivitas 77,5 % dan spesifitas 91,3 % (Nadarevic et al., 2022). Jika terdapat pasien dengan berat badan besar maka dapat menurunkan nilai sensitivitas dan spesifitas dalam mengelompokkan karakteristik lesi pada hepar dikarenakan konsentrasi media kontras dalam darah yang cepat berkurang (de Jong et al., 2021). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan berat badan terhadap nilai enhancement hepar saat fase arteri dan fase vena pada pasien dengan berat badan 50kg, >50 kg- <65 kg, dan 65kg. Dalam penelitian ini, penulis merumuskan masalah: “Adakah hubungan faktor berat badan terhadap enhancement pada hepar saat fase arteri dan vena pada CT Scan abdomen 3 fase dengan klinis hepatocellular carcinoma?” Penelitian ini penting karena pemakaian dari volume media kontras sebagai bahan yang memberikan perbedaan antara jaringan normal dan tidak normal. Media kontras memiliki

efek salah satunya mempengaruhi kinerja dari ginjal, hal ini sangat menjadi perhatian dalam penggunaan dari volume media kontras berkaitan dengan berat badan pasien dengan pemasukan media kontras teknik fixed delay dan scan delay untuk fase arteri 22.-.25 s, fase vena 50-60s dan fase equilibrium 90-100s. Manfaat penelitian yaitu meningkatkan pengetahuan dan menambah wawasan bagi teknologis radiologi dalam pelayanan pemeriksaan CT Scan Abdomen 3 fase terutama mengenai hubungan berat badan terhadap enhancement hepar dan dapat menjadi acuan terkait tingkat enhancement pada hepar dari faktor berat badan pasien.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis desain penelitian yang digunakan yaitu analitik kuantitatif. Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUP Persahabatan pada dengan menggunakan data sekunder pada bulan Januari - Mei 2024. Populasi penelitian yaitu seluruh pasien yang melakukan pemeriksaan abdomen 3 fase di RSUP Persahabatan. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 30 pasien, dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria inklusi sebagai berikut: (1) Pasien yang melakukan pemeriksaan CT Scan abdomen 3 fase dengan klinis hepatocellular carcinoma (HCC), (2) Pasien dengan berat badan ≤ 50 kg, >50 kg - <65 kg, dan ≥ 65 kg, (3) Menggunakan konsentrasi media kontras 300 mgI/ml dan (4) Flow rate yang digunakan 2.7-2.8 ml/s. Metode pengumpulan data dengan observasi dan pengukuran nilai HU dengan menggunakan teknik circular region of interest (ROI) sebesar $\pm 0,5$ cm di tiga titik pada hepar, yaitu arteri hepatis, vena porta dan lesi HCC saat fase arteri dan vena dengan menggunakan software pada pesawat MSCT Siemens Somatom Perspective 128 Slice. Pengolahan data dengan menggunakan uji korelasi Pearson untuk menganalisis hubungan tiga kelompok berat badan yang berbeda terhadap nilai rata-rata HU di hepar. Dari uji tersebut dapat menentukan hubungan berat badan terhadap enhancement hepar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknik Pemeriksaan CT Scan Abdomen 3 Fase

Persiapan pasien: (1) Pasien melakukan pemeriksaan laboratorium cek ureum dan kreatinin untuk melihat fungsi ginjal, (2) Puasa selama 6 jam sebelum pemeriksaan agar tidak terjadi aspirasi jika terdapat reaksi alergi, (3) Pasien stop mengonsumsi obat diabetes seperti metformin selama 24 jam sebelum pemeriksaan, (4) Dilakukan pengukuran berat badan dan tekanan darah, (5) Pasien atau keluarga pasien mengisi informed consent serta diberikan penjelasan mengenai efek samping media kontras, tujuan dan tata laksana pemeriksaan, (6) Melepas benda-benda logam yang terdapat di area yang akan diperiksa untuk menghindari adanya metal artefak, kemudian mengganti pakaian dengan baju pasien, (7) Pemasangan venflon berukuran 20 G yang dilakukan oleh perawat radiologi

Teknik pemeriksaan: (1) Pasien supine di atas meja pemeriksaan dengan posisi feet first kemudian arahkan tangan pasien lurus ke belakang kepala. Atur sentralisasi dengan batas atas processus xiphoideus dan laser sejajar dengan MSP tubuh, (2) Lakukan test patency untuk memastikan bahwa kondisi vena pasien lancar, (3) Masukkan data pasien yang meliputi nama pasien, nomor rekam medis, umur, jenis kelamin dan jenis pemeriksaan kemudian pilih protokol pemeriksaan CT abdomen 3 fase fix delay, (4) Kemudian buat scanning topogram dan mengatur luas scanning dengan batas atas diafragma dan batas bawah crista iliaca, (5) Untuk scanning post kontras atur delay fase arteri 22-25 s, fase vena 50-60 s, dan fase equilibrium 90-100 s setelah pemasukan media kontras, (6) Atur volume media kontras sebanyak 1 cc/kg berat badan serta atur volume NaCl menurun 10% dari volume media kontras dan flow rate 2,7 – 2,8 ml/s kemudian tekan tombol start scanning dan tombol start pada monitor injektor secara bersamaan.

Rekonstruksi Gambar: Gambaran dibuat dengan slice thickness 5.0 mm pada masing-masing potongan axial, coronal dan sagittal dengan jumlah 24 irisan. Batas atas diafragma tidak terpotong dan batas bawah crista illiaca masuk dalam gambaran.

Parameter scanning pada tabel. 1 menunjukkan pemeriksaan CT Scan abdomen 3 fase. Scan delay yang digunakan pada teknik fix delay yaitu, untuk fase arteri 22-25 s, fase vena 50-60 s, dan fase equilibrium 90-100 s setelah pemasukan media kontras dengan flow rate 2,7 – 2,8 ml/s.

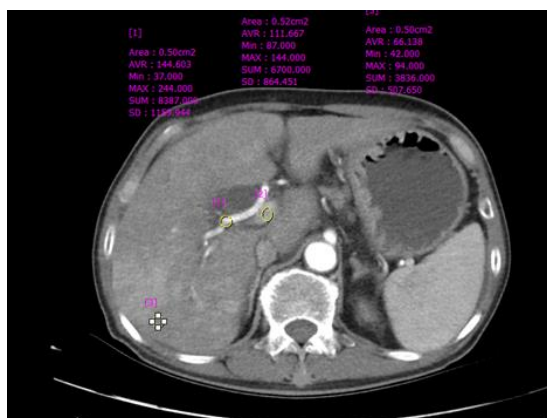
Tabel 1 Parameter CT Abdomen 3 Fase

	Fase Arteri	Fase Vena	Fase Delay
Scan delay	22 - 25 s	50 - 60 s	90 - 100 s
Flow rate	2,7 – 2,8 ml/s		
Konsentrasi media kontras	300 mg I/ ml		
Slice thickness	5 mm	5 mm	5 mm
kV	120 kV	120 kV	120 kV
mAs	10 mAs	10 mAs	10 mAs

Prosedur pemeriksaan CT Abdomen multiphase dengan pemasukan media kontras teknik fixed delay dan scan delay untuk fase arteri 22 - 25 s, fase vena 50-60s dan fase equilibrium 90-100s setelah injeksi sesuai dengan teknik pemeriksaan merujuk referensi E. Romans dalam buku “Computed Tomography For Technologist”,. Scan delay pada fase arteri dinilai sudah dapat menunjukkan lesi hipervaskuler. Scan delay pada fase vena sudah dapat menunjukkan enhancement penuh pada vena porta dan juga pada beberapa cabang vena hepatika. Scan delay fase equilibrium dapat menunjukkan proses wash out dari media kontras serta mendeteksi lesi hipovaskuler dengan diameter < 2 cm. Penggunaan teknik fixed delay dinilai dapat mengurangi radiasi yang diterima pasien karena tidak menggunakan fase monitoring serta mendapatkan karakteristik tertentu dari fase arteri yaitu late artery. Fase late artery digunakan untuk menentukan karakteristik massa hipervaskular pada hepar.

Hasil Nilai Rata-Rata HU pada Hepar dan Rata-Rata Berat Badan Pasien

Pengukuran HU di tiga titik *hepar* saat fase arteri dan vena pada tiga kelompok berat badan, yaitu ≤ 50 kg (Kelompok 1), >50 kg- <65 kg (Kelompok 2) dan ≥ 65 kg (Kelompok 3).



Gambar 1 ROI di Arteri Hepatika, Vena Porta dan Lesi

Gambar 1. menunjukkan letak penempatan ROI untuk pengukuran nilai HU *hepar* pada 3 titik, yaitu arteri hepatika (1), vena porta (2) dan lesi (3) dengan ukuran ROI $\pm 0,5$ cm² untuk menghindari area atau organ lain yang masuk ke dalam circle ROI.

Tabel 2 Hasil rata-rata nilai HU Arteri Hepatika, Vena Porta dan Lesi Selama Fase Arteri dan Fase Vena

Rata-Rata Berat Badan	Rata-Rata Nilai HU					
	Fase Arteri			Fase Vena		
	Arteri Hepatika	Vena Porta	Lesi	Arteri Hepatika	Vena Porta	Lesi
≤50 kg (Kelompok 1)	129.704	74.720	57.137	96.230	135.060	57.398
>50 kg-<65 kg (Kelompok 2)	95.522	57.600	44.477	80.640	113.864	41.622
≥65 kg (Kelompok 3)	83.110	42.881	40.485	52.104	107.243	39.233

Tabel 2 menunjukkan nilai rata rata HU hepar pada tiga titik dengan struktur anatomi hepar (arteri hepatis dan vena porta) serta lesi ditampilkan secara jelas dalam kelompok 1 dikarenakan memiliki nilai rata-rata HU lebih tinggi dibanding kelompok 2 dan kelompok 3 yang menandakan bahwa enhancement hepar lebih baik pada kelompok berat badan ≤50 kg.

Dari data penelitian di atas, kelompok 1 dengan berat badan ≤50kg memiliki nilai enhancement arteri hepatis, vena porta dan lesi lebih besar dibandingkan kelompok 2 (>50.-< 65kg) dan kelompok 3 (≥65kg) hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Bae Kyongtae dalam jurnal “Intravenous Contrast Medium Administration and Scan Timing at CT: Considerations and Approaches”, nilai enhancement hepar dipengaruhi oleh berat badan. Berat badan mempengaruhi besarnya enhancement pada vaskuler dan parenkim. Kontras lebih encer.jika diberikan pada pasien dengan volume darah.yang lebih besar dan berat badan yang besar dibandingkan pada pasien yang kurus. Hal ini membuat konsentrasi kontras dalam darah berkurang sehingga enhancement kontras menjadi rendah.

Analisis Hubungan Berat Badan terhadap Nilai HU pada Hepar.

Nilai rata-rata dari tiga titik ROI pada masing-masing fase kemudian dianalisis untuk menilai hubungan berat.badan terhadap.enhancement hepar saat fase arteri dan fase vena. Tabel. 3 menunjukkan bahwa terdapat adanya hubungan antara berat badan terhadap enhancement hepar dimana diketahui nilai p-value (sig.) = 0.000 untuk fase arteri dan p-value (sig.) = 0.000 untuk fase vena.

Tabel 3 juga menunjukkan hubungan berat badan terhadap enhancement hepar menunjukkan koefisien korelasi hubungan negatif dilihat dari nilai r-value fase arteri -0.612 dan nilai r value fase vena -0.629, yang artinya bahwa menunjukkan bahwa berat badan memiliki korelasi kuat terhadap nilai enhancement hepar dapat di artikan semakin besar berat badan semakin rendah nilai HU pada organ hepar setelah pemberian media kontras.

Tabel. 3 Analisis Korelasi Berat Badan terhadap Nilai HU Hepar Selama Fase Arteri dan Fase Vena

		Nilai HU hepar fase arteri	Nilai HU hepar fase vena
Korelasi berat badan terhadap <i>enhancement</i> hepar	r-value	-0.612	-0.629
	p-value	0.000	0.000

Hasil uji korelasi pearson pada tabel 3, nilai rata-rata HU dari tiga titik ROI pada dua kelompok berat badan yang berbeda menunjukkan p-value pada fase arteri yaitu 0.000 dan p-value pada fase vena yaitu 0.000 yang artinya terdapat korelasi yang signifikan antara berat badan dengan enhancement hepar. Dan r-value pada fase arteri -0.612 dan pada fase vena -0.629 yang artinya terdapat hubungan negatif antara berat badan dengan nilai enhancement pada hepar. Hasil penelitian di atas sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Bae Kyongtae dalam jurnal "Intravenous Contrast Medium Administration and Scan Timing at CT: Considerations and Approaches" menerangkan berat badan memiliki hubungan terbalik rasio satu banding satu dengan enhancement kontras, apabila berat badan bertambah, maka nilai enhancement menurun. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian oleh Bae Kyongtae yaitu berbeda terkait kategori berat badan ≤ 60 kg, 60-90 kg dan ≥ 90 kg sebagai indikator pengukuran enhancement.

KESIMPULAN

Berat badan berbanding terbalik dengan enhancement hepar, apabila berat badan bertambah maka nilai enhancement hepar akan berkurang. Hal ini terlihat seperti pada data rata-rata nilai HU arteri hepatica 129.704 HU (>50 kg), 95.522 HU (>50 kg- <65 kg) dan 83.110 HU (≥ 65 kg) dan data statistik menunjukkan bahwa berat badan memiliki korelasi negatif terhadap nilai enhancement hepar saat fase arteri (P value = 0.000, r value -0.612) dan fase vena (P value = 0.000, r value -0.629).

Enhancement pada hepar dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor scanning maupun faktor pasien. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian selanjutnya mempertimbangkan variabel lain yang dapat memengaruhi enhancement.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibi, A., & Shahbazi, A. (2014). Automatic bolus tracking versus fixed time-delay technique in biphasic multidetector computed tomography of the abdomen. *Iranian Journal of Radiology*, 11(1), 1–5. <https://doi.org/10.5812/iranjradiol.4617>
- Ainun Na'im. (2020). Surat Edaran Sekretaris Jenderal Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Nomor 15 Tahun 2020 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Belajar Dari Rumah Dalam Masa Darurat Penyebaran Corona Virus Disease (Covid-19). *Hukum Online*, 21(1), 1–9.
- Aoun, J., Nicolas, D., Brown, J. R., & Jaber, B. L. (2018). Maximum allowable contrast dose and prevention of acute kidney injury following cardiovascular procedures. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 27(2), 121–129. <https://doi.org/10.1097/MNH.0000000000000389>
- Bae, K. T. (2010). Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: Considerations and approaches. *Radiology*, 256(1), 32–61. <https://doi.org/10.1148/radiol.10090908>
- de Jong, D. J., Veldhuis, W. B., Wessels, F. J., de Vos, B., Moeskops, P., & Kok, M. (2021). Towards personalised contrast injection: Artificial-intelligence-derived body composition and liver enhancement in computed tomography. *Journal of Personalized Medicine*. <https://doi.org/10.3390/jpm11030159>
- Feng, S. T., Zhu, H., Peng, Z., Huang, L., Dong, Z., Xu, L., Huang, K., Yang, X., Lin, Z., & Li, Z. P. (2017). An individually optimized protocol of contrast medium injection in enhanced CT scan for liver imaging. *Contrast Media & Molecular Imaging*. <https://doi.org/10.1155/2017/7350429>
- Jensen, C. T., Blair, K. J., Wagner-Bartak, N. A., Vu, L. N., Carter, B. W., Sun, J., Bathala, T.

- K., & Gupta, S. (2019). Comparison of Abdominal Computed Tomographic Enhancement and Organ Lesion Depiction between Weight-Based Scanner Software Contrast Dosing and a Fixed-Dose Protocol in a Tertiary Care Oncologic Center. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 43. <https://doi.org/10.1097/RCT.0000000000000789>
- Kai, N., Oda, S., Utsunomiya, D., Nakaura, T., Funama, Y., Kidoh, M., Taguchi, N., Iyama, Y., Nagayama, Y., Hirata, K., Yuki, H., Sakabe, D., Hatemura, M., & Yamashita, Y. (2018). Dual-region-of-interest bolus-Tracking technique for coronary computed tomographic angiography on a 320-row scanner: Reduction in the interpatient variability of arterial contrast enhancement. *British Journal of Radiology*, 91(1081). <https://doi.org/10.1259/bjr.20170541>
- Kambadakone, A., Chandarana, H., Chernyak, V., Fowler, K. J., Fung, A., Ganeshan, K., Gupta, R., Harris, A., Hope, T., Horowitz, J., Hussain, H., Miller, F., Nandwana, S., Sahani, D., Sirlin, C. B., & Yaghamai, V. (2018). LI-RADS Technique. *American College of Radiology*.
- Kim, M., Kang, T. W., Cha, D. I., Jang, K. M., Kim, Y. K., Kim, S. H., Sinn, D. H., & Kim, K. (2019). Identification of arterial hyperenhancement in CT and mri in patients with hepatocellular carcinoma: Value of unenhanced images. *Korean Journal of Radiology*, 20(2), 236–245. <https://doi.org/10.3348/kjr.2018.0339>
- Koç, M. M., Aslan, N., Kao, A. P., & Barber, A. H. (2019). Evaluation of X-ray tomography contrast agents: A review of production, protocols, and biological applications. *Microscopy Research and Technique*, 82(6), 812–848. <https://doi.org/10.1002/jemt.23225>
- Legesse, T. K., Getaneh, M. M., & Issa, S. A. (2023). Evaluation of the Practice of Performing Abdominal CT Scan with Manually Administered Fixed Dose of Contrast in Achieving Adequate Hepatic Enhancement: An Institutional-Based Cross-Sectional Study. *Radiology Research and Practice*, 2023(1), 1–8. <https://doi.org/10.1155/2023/9563310>
- Liu, J. L., Bao, D., Xu, Z. L., & Zhuge, X. J. (2021). Clinical value of contrast-enhanced computed tomography (Cect) combined with contrast-enhanced ultrasound (ceus) for characterization and diagnosis of small nodular lesions in liver. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 37(7), 1–6. <https://doi.org/10.12669/pjms.37.7.4306>
- Lubis, A. J. (2020). Pemanfaatan Ct-Scan (Computer Tomography) Dalam Dunia Medis. *Snastikom 2020*, 393–398. www.snastikom.com
- McGlynn, K. A., Petrick, J. L., & El-Serag, H. B. (2021). Epidemiology of Hepatocellular Carcinoma. *Hepatology*, 73(S1), 4–13. <https://doi.org/10.1002/hep.31288>
- Nadarevic, T., Colli, A., Giljaca, V., Fraquelli, M., Casazza, G., Manzotti, C., Štimac, D., & Miletic, D. (2022). carcinoma in adults with chronic liver disease. *Cochrane Library*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013362.pub2>. www.cochranelibrary.com
- Paulo, G., Damilakis, J., Tsapaki, V., Schegerer, A. A., Repussard, J., Jaschke, W., Fria, G., Hierath, M., & Clark, J. (2020). Diagnostic Reference Levels based on clinical indications in computed tomography: a literature review. *Insights into Imaging*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13244-020-00899-y>
- Romans, L. E. (2011). *Computed Tomography for Technologists : A Comprehensive Text*.
- Xu, X. Q., Hu, H., Su, G. Y., Liu, H., Shi, H. Bin, & Wu, F. Y. (2016). Diffusion weighted imaging for differentiating benign from malignant orbital tumors: Diagnostic performance of the apparent diffusion coefficient based on region of interest selection method. *Korean Journal of Radiology*, 17(5), 650–656. <https://doi.org/10.3348/kjr.2016.17.5.650>

- Yang, J. D., & Heimbach, J. K. (2020). New advances in the diagnosis and management of hepatocellular carcinoma. *The BMJ*, 371. <https://doi.org/10.1136/bmj.m3544>
- Zakiyyah, L., Fauzan, M., Gifari, L. M. A., Faranajhia, H., Putri, A. A., Hermansyah, A., & Arafah, T. (2024). Literature Review: Hepatocellular Carcinoma (HCC). *Jurnal Biologi Tropis*, 24(4), 1004–1012. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i4.7761>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).