

Rekaman Pola Nadi Pada Area CHI Arteri Radialis Penderita Nefropati Diabetes Tipe 2

Erni Yudaningtyas

Abstrak—Penyakit Nefropati Diabetes tipe 2 adalah Penyakit Ginjal Kronis (PGK) dengan riwayat penyakit diabetes tipe 2. Salah satu metode untuk mengetahui adanya penyakit tersebut pada *Traditional Chinese Medicine* (TCM) adalah dengan palpasi denyut nadi di area *chi* arteri radialis. Palpasi denyut nadi untuk mengetahui pola gelombang denyut nadi menggunakan alat perekam gelombang denyut nadi.

Pola gelombang denyut nadi direkam secara non invasif menggunakan alat perekam dengan sensor tekanan 316L SS Model 86 Ultrastabil pada subyek normal yaitu penderita diabetes tipe 2 dengan fungsi ginjal normal dan patologis Nefropati Diabetes tipe 2. Pengamatan dilakukan pada waktu sistolik atau perbedaan waktu terjadinya amplitudo denyut nadi terendah (diastolik) dan tertinggi (sistolik).

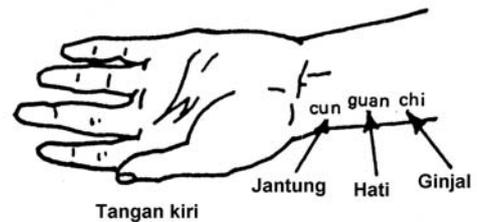
Waktu sistolik rekaman pola gelombang denyut nadi subyek normal bernilai sama dan konsisten, yaitu 0,16 detik. Pada subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 1 adalah 0,18 detik dan konsisten, stadium 2 antara (0,18-0,2) detik, stadium 3a antara (0,22-0,23) detik, stadium 3b antara (0,3-0,4) detik, stadium 4 antara (0,4-0,75) detik, dan stadium 5 antara (0,4-0,85) detik. Waktu sistolik rekaman pola gelombang denyut nadi pada subyek patologis stadium 2 sampai 5 tidak konsisten.

Kata Kunci—Rekaman pola gelombang denyut nadi, area *chi* arteri radialis, Nefropati Diabetes tipe 2, waktu sistolik.

I. PENDAHULUAN

PENYAKIT Ginjal Kronis (PGK) seringkali tidak terdeteksi bahkan pada pasien yang mempunyai akses kesehatan[1] karena PGK seringkali tidak menimbulkan gejala. Selama kurun waktu 1996-2006 penyebab utama (lebih dari 50%) PGK di Amerika adalah diabetes tipe 2 atau dikenal dengan Nefropati Diabetes tipe 2[2]. Perawatan penderita Nefropati Diabetes tipe 2 pada tahap awal dapat diperlambat perkembangannya menjadi stadium akhir atau gagal ginjal. Berdasarkan hal tersebut, deteksi dini penyakit Nefropati Diabetes tipe 2 sangat diperlukan, yaitu melalui metode pemeriksaan darah dan urine secara berkala atau metode non invasif pada *Traditional Chinese Medicine* (TCM) melalui palpasi denyut nadi di area *chi* arteri radialis yang merefleksikan fungsi beberapa organ (Gambar 1).

Erni Yudaningtyas adalah dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang Indonesia (korespondensi dapat dilakukan melalui; email erniy@ub.ac.id)



Gambar 1 Area Nadi Arteri Radialis. Area *chi* digunakan untuk mengetahui fungsi organ ginjal[3].

Palpasi denyut nadi dilakukan dengan cara menekan secara dalam pembuluh darah di area arteri radialis. Penelitian pendahuluan telah dilakukan untuk mengetahui posisi titik tengah area *cun* dan *chi* arteri radialis dari titik pusat yaitu titik di area arteri radialis depan *styloid process*. Titik pusat area *cun* terletak pada jarak antara (1,4-1,5) cm ke arah pergelangan tangan dan titik pusat area *chi* terletak pada jarak antara (1,4-1,5) cm ke arah lengan dari titik pusat. Selain itu, amplitudo tertinggi gelombang denyut nadi pada area tersebut diperoleh apabila diberikan penekanan di atas tekanan darah sistolik atau dalam keadaan pembuluh darah kolaps.

Penelitian mengenai gelombang denyut nadi di area *cun* dan *chi* telah dilakukan pada penderita gangguan fungsi jantung dan PGK yang mempunyai riwayat hipertensi[4]. Penelitian tersebut menggunakan sensor tekanan PSS-02KAF yang menghasilkan beberapa jenis gelombang denyut nadi penderita gangguan fungsi jantung dan PGK dengan riwayat hipertensi. Namun, gelombang denyut nadi penderita PGK yang mempunyai riwayat diabetes tipe 2 atau Nefropati Diabetes tipe 2 dan tingkat keparahan atau stadiumnya belum diketahui. Rekaman gelombang denyut nadi dalam domain waktu terbukti dapat digunakan untuk menentukan ciri khusus gelombang denyut nadi secara akurat[5].

Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI)[6] dari *National Kidney Foundation* (NKF) (2002) Kanada mendefinisikan PGK sebagai kerusakan ginjal selama 3 bulan atau lebih yang didasarkan pada adanya struktur abnormal atau fungsi abnormal yang ditunjukkan dengan adanya Laju Filtrasi Glomerulus (LFG) < 60 ml/menit/1,73m² selama 3 bulan atau lebih dengan atau tanpa kerusakan ginjal. K/DOQI mengklasifikasikan tingkat keparahan PGK menjadi 5

stadium[7]. Penghitungan LFG diperoleh melalui hasil persamaan studi *Modification Diet of Renal Disease* (MDRD) yang telah digunakan secara luas untuk menentukan LFG pada penderita ginjal dengan diabetes, penderita PGK yang berumur sekitar 51 tahun, penderita dengan transplantasi ginjal, dan penderita PGK dengan hipertensi yang berkulit hitam[8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara stadium penyakit penderita Nefropati Diabetes tipe 2 dengan rekaman pola gelombang denyut nadi pada area *chi* arteri radialis tangan kiri. Rekaman pola gelombang denyut nadi diperoleh dari keluaran alat perekam gelombang denyut nadi non invasive yang menggunakan sensor tekanan 316L SS Model 86 Ultrastabil. Sensor tersebut berfungsi sebagai transduser yang membangkitkan sinyal listrik berupa tegangan sebagai fungsi tekanan aliran darah.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional (non eksperimental) analitik dengan pendekatan *cross-sectional*, dengan pertimbangan karena Penyakit Ginjal Kronis (PGK) mempunyai masa laten yang panjang untuk mengidentifikasi beberapa faktor risiko secara bersamaan. Pada pendekatan ini dicari hubungan antara variabel bebas nilai LFG yang didasarkan pada kadar kreatinin serum dengan variabel tergantung rekaman gelombang denyut nadi dengan melakukan observasi (melalui perekaman gelombang denyut nadi) secara simultan pada waktu yang bersamaan[9]. Variabel antara (yang dikendalikan) adalah tekanan darah, emosi, dan waktu pelaksanaan perekaman denyut nadi yaitu pada pagi hari antara pukul (08.30-11.00) WIB.

A. Subyek

Subyek penelitian terdiri atas subyek kontrol dan patologis Nefropati Diabetes tipe 2. Subyek kontrol adalah penderita penyakit diabetes tipe 2 dengan fungsi ginjal normal, dimana LFG antara (100-125) ml/menit/1,73 m²[10]. Subyek patologis adalah penderita Nefropati Diabetes tipe 2 atau penderita diabetes tipe 2 dengan fungsi ginjal tidak normal, dimana nilai LFG < 100 ml/menit/1,73m², yang terdiri atas berbagai stadium (Tabel 1).

Besar subyek penelitian terdiri atas 6 subyek kontrol dan 33 subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 (stadium 1, 2, 3a, 3b masing-masing 6 subyek, stadium 4 sebanyak 4 subyek, dan stadium 5 sebanyak 5 subyek) dengan kriteria inklusi seperti terlihat dalam Tabel 2.

B. Teknik

Perekaman gelombang denyut nadi dilakukan dalam kondisi istirahat yaitu subyek penelitian telah duduk selama 5 menit. Gelombang denyut nadi direkam secara non invasive pada area *chi* arteri radialis menggunakan sensor tekanan 316L SS Model 86 Ultrastabil yang terhubung dengan sistem akuisisi data. Sensor ditempelkan di area *chi* arteri radialis pergelangan tangan kiri dan dipastikan tidak bergeser

dari posisinya yaitu dengan direkatkan pada *cuf* sphygmomanometer ukuran anak. Setelah itu, diberikan tekanan di atas tekanan darah sistolik sampai diperoleh pola gelombang denyut nadi dengan amplitudo tertinggi dan direkam selama 20 detik.

TABEL 1
HUBUNGAN STADIUM PGK TERHADAP NILAI LFG[7]

Keadaan	LFG(ml/menit/1.73m ²)
Normal	100-125
Stadium 1	>90
Stadium 2	60-89
Stadium 3a	45-59
Stadium 3b	30-44
Stadium 4	15-29
Stadium 5	<15

TABEL 2.
KRITERIA INKLUSI SUBYEK PENELITIAN

No.	Kriteria	Kontrol (Normal)	Patologis
1.	Usia (tahun)	50 - 60	50 - 60
2.	Gender	Wanita	Wanita
3.	IMT	<30	<30
4.	TD (mmHg)	(110-130/70-90)	(110-130/70-90)
5.	EKG	Normal	Normal
6.	LFG	≥ 100	<100
7.	Gula darah (mg/dl)	≥ 126 (puasa) atau ≥ 200 (2 jam setelah makan)	≥ 126 (puasa) atau ≥ 200 (2 jam setelah makan)

Keterangan:

IMT : Indeks Masa Tubuh

TD : Tekanan Darah

EKG : Elektrokardiograf

LFG : Laju Filtrasi Glomerulus ((ml/menit/1.73m²))

Sampling data dilakukan dengan frekuensi 100 Hz (dalam 1 detik mengalami proses sampling sebanyak 100 sampel atau sampling dilakukan per 10 mili detik) sehingga dalam waktu 20 detik diperoleh 2000 data digital. Dengan sejumlah 2000 data digital didapatkan sekitar 25 gelombang denyut nadi (jika frekuensi denyut nadi 75 bpm).

C. Pola gelombang denyut nadi

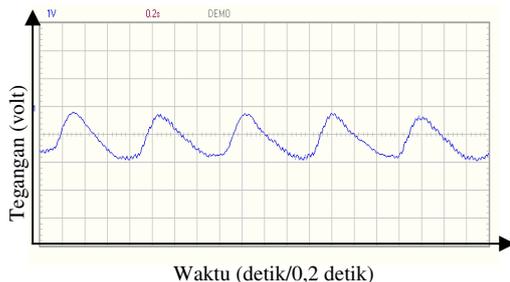
Gelombang denyut nadi merupakan gelombang tekanan aliran darah dalam domain waktu. Pola gelombang denyut nadi diperoleh dari hasil perekaman gelombang denyut nadi yang dikelompokkan berdasarkan hasil pengelompokan stadium PGK. Pengamatan difokuskan pada pola awal gelombang denyut nadi yaitu berhubungan dengan waktu sistolik yang dihasilkan di area *chi* arteri radialis.

D. Waktu sistolik

Waktu sistolik pada pola gelombang denyut nadi diestimasi berdasarkan perbedaan waktu terjadinya amplitudo terendah dan tertinggi denyut nadi dalam satu periode. Amplitudo terendah merupakan periode akhir relaksasi yang merepresentasikan tekanan darah diastolik. Amplitudo tertinggi merupakan akhir periode akhir kontraksi otot jantung yang merepresentasikan tekanan darah sistolik.

III. HASIL PENELITIAN

Rekaman pola gelombang denyut nadi di area *chi* arteri radialis dalam domain waktu subyek normal mempunyai pola gelombang denyut nadi sejenis seperti terlihat dalam Gambar 2.



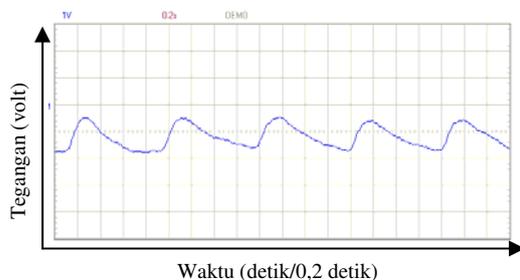
Gambar 2 Gelombang Denyut Nadi Subyek Normal. Waktu sistolik berlangsung sekitar 0,16 detik dan konsisten.

Waktu sistolik masing-masing subyek normal dapat dilihat dalam Tabel 3.

TABEL 3
WAKTU SISTOLIK SUBYEK NORMAL

Subyek	Waktu Sistolik (detik)	Informasi
1	0,16	Konsisten
2	0,16	Konsisten
3	0,16	Konsisten
4	0,16	Konsisten
5	0,16	Konsisten
6	0,16	Konsisten

Rekaman pola gelombang denyut nadi subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 1 mempunyai pola gelombang denyut nadi sejenis seperti terlihat dalam Gambar 3.



Gambar 3 Gelombang Denyut Nadi Subyek Patologis Nefropati Diabetes tipe 2 Stadium 1. Waktu sistolik berlangsung sekitar 0,18 detik dan konsisten.

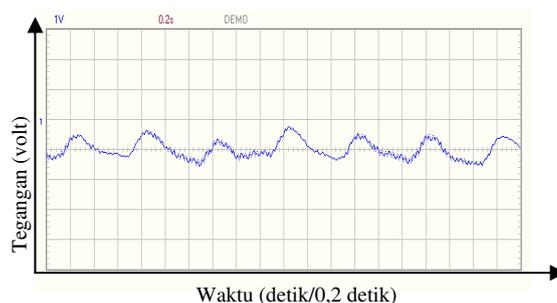
Waktu sistolik masing-masing subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 1 dapat dilihat dalam Tabel 4.

TABEL 4
WAKTU SISTOLIK SUBYEK PATOLOGIS NEFROPATI DIABETES TIPE 2 STADIUM 1

Subyek	Waktu Sistolik (detik)	Informasi
1	0,18	Konsisten
2	0,18	Konsisten
3	0,18	Konsisten
4	0,18	Konsisten
5	0,18	Konsisten
6	0,18	Konsisten

Rekaman pola gelombang denyut nadi subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 2

mempunyai pola gelombang denyut nadi sejenis seperti dalam Gambar 4.



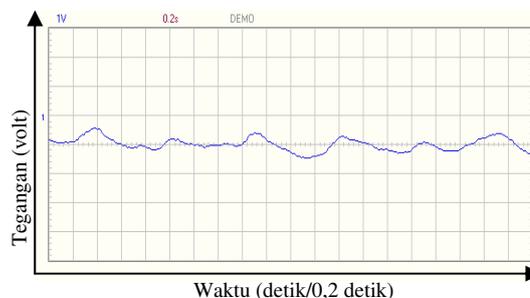
Gambar 4 Gelombang Denyut Nadi Subyek Patologis Nefropati Diabetes tipe 2 Stadium 2. Waktu sistolik berlangsung antara (0,18-0,2) detik dan tidak konsisten.

Waktu sistolik masing-masing subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 2 dapat dilihat dalam Tabel 5.

TABEL 5
WAKTU SISTOLIK SUBYEK PATOLOGIS NEFROPATI DIABETES TIPE 2 STADIUM 2

Subyek	Waktu Sistolik (detik)	Informasi
1	0,18	Tidak Konsisten
2	0,19	Tidak Konsisten
3	0,19	Tidak Konsisten
4	0,20	Tidak Konsisten
5	0,18	Tidak Konsisten
6	0,19	Tidak Konsisten

Rekaman pola gelombang denyut nadi subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 3a mempunyai pola gelombang denyut nadi sejenis seperti terlihat dalam Gambar 5.



Gambar 5 Gelombang Denyut Nadi Subyek Patologis Nefropati Diabetes tipe 2 Stadium 3a. Waktu sistolik berlangsung antara (0,22-0,23) detik dan tidak konsisten.

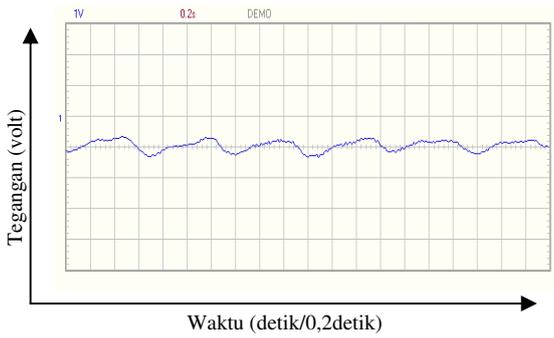
Waktu sistolik masing-masing subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 3a dapat dilihat dalam Tabel 6.

TABEL 6
WAKTU SISTOLIK SUBYEK PATOLOGIS NEFROPATI DIABETES TIPE 2 STADIUM 3A

Subyek	Waktu Sistolik (detik)	Informasi
1	0,22	Tidak Konsisten
2	0,22	Tidak Konsisten
3	0,22	Tidak Konsisten
4	0,23	Tidak Konsisten
5	0,23	Tidak Konsisten
6	0,22	Tidak Konsisten

Rekaman pola gelombang denyut nadi subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 3b

mempunyai pola gelombang denyut nadi sejenis seperti terlihat dalam Gambar 6.

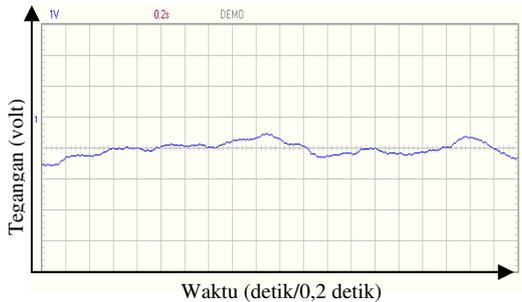


Gambar 6 Gelombang Denyut Nadi Subyek Patologis Nefropati Diabetes tipe 2 Stadium 3b. Waktu sistolik berlangsung antara (0,3-0,4) detik dan tidak konsisten.

Waktu sistolik masing-masing subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 3b dapat dilihat dalam Tabel 7.

TABEL 7
WAKTU SISTOLIK SUBYEK PATOLOGIS NEFROPATI DIABETES TIPE 2 STADIUM 3B

Subyek	Waktu Sistolik (detik)	Informasi
1	0,40	Tidak Konsisten
2	0,39	Tidak Konsisten
3	0,40	Tidak Konsisten
4	0,38	Tidak Konsisten
5	0,30	Tidak Konsisten
6	0,40	Tidak Konsisten



Gambar 7 Gelombang Denyut Nadi Subyek Patologis Nefropati Diabetes tipe 2 Stadium 4. Waktu sistolik berlangsung antara (0,4-0,75) detik.

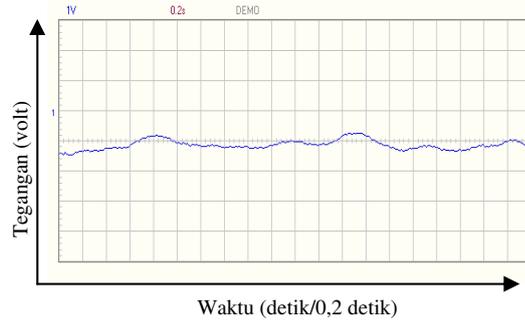
Rekaman pola gelombang denyut nadi subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 4 mempunyai pola gelombang denyut nadi sejenis seperti terlihat dalam Gambar 7.

Waktu sistolik masing-masing subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 4 dapat dilihat dalam Tabel 8.

TABEL 8
WAKTU SISTOLIK SUBYEK PATOLOGIS NEFROPATI DIABETES TIPE 2 STADIUM 4

Subyek	Waktu Sistolik (detik)	Informasi
1	0,75	Tidak Konsisten
2	0,60	Tidak Konsisten
3	0,50	Tidak Konsisten
4	0,40	Tidak Konsisten

Rekaman pola gelombang denyut nadi subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 5 atau gagal ginjal mempunyai pola gelombang denyut nadi sejenis seperti terlihat dalam Gambar 8.



Gambar 8 Gelombang Denyut Nadi Subyek Patologis Nefropati Diabetes tipe 2 Stadium 5. Waktu sistolik berlangsung antara (0,4-0,85) detik.

Waktu sistolik masing-masing subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 5 dapat dilihat dalam Tabel 9.

TABEL 9
WAKTU SISTOLIK SUBYEK PATOLOGIS NEFROPATI DIABETES TIPE 2 STADIUM 5

Subyek	Waktu Sistolik (detik)	Informasi
1	0,85	Tidak Konsisten
2	0,65	Tidak Konsisten
3	0,50	Tidak Konsisten
4	0,40	Tidak Konsisten
5	0,40	Tidak Konsisten

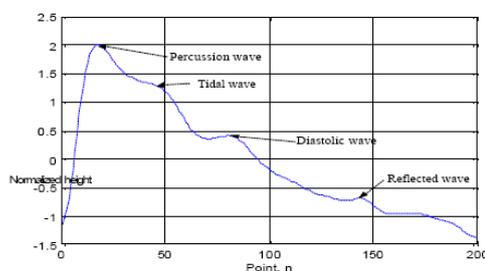
IV. PEMBAHASAN

Permulaan sebuah denyut jantung sampai berakhirnya disebut siklus jantung. Siklus jantung terdiri atas satu periode relaksasi yang disebut diastolik, yaitu periode pengisian darah yang kemudian diikuti oleh satu periode kontraksi yang disebut sistolik[11]. Ketika jantung berkontraksi, darah dipompa ke dalam aorta sehingga aorta melebar dan tekanan yang terjadi dihantarkan sebagai gelombang melalui seluruh aorta dan semua percabangannya. Gelombang ini mengakibatkan timbulnya beberapa gelombang harmonik, yang memberikan pengaruh kumulatif. Pergerakan maju darah mengikuti jalannya gelombang tekanan, bersama dengan gelombang harmonik, dan dengan pelebaran dan pemanjangan yang diakibatkannya pada arteri merupakan denyut nadi yang dapat kita raba[12].

Hemorheology merupakan studi efek aliran darah pada komponen seluler dan dinding pembuluh darah. Aliran darah berperan signifikan terhadap proses penyakit[13]. Hemorheology merupakan hal yang kompleks dan utamanya ditentukan oleh beberapa variabel seperti viskositas darah, hematokrit, deformabilitas, dan agregasi (pembekuan) eritrosit[14] Parameter rheology digambarkan sebagai viskositas darah yang mempengaruhi aliran darah di pembuluh darah[15]

Adanya penyakit Nefropati Diabetes tipe 2 diketahui dari adanya protein dalam sekresi urin dan fungsi ginjal menurun yang direpresentasikan dalam ketidaknormalan kreatinin serum atau LFG[16]. Secara klinis, Nefropati Diabetes tipe 2 disifatkan sebagai kenaikan proteinuria dan penurunan LFG. Penderita penyakit Nefropati Diabetes tipe 2 mempunyai kadar gula darah dan kreatinin serum di atas normal, serta adanya kenaikan eritrosit dalam darahnya[17] dapat meningkatkan viskositas darah. Ketika terdapat eritrosit yang berlebihan, aliran darah lebih lambat[18].

Aliran darah yang lambat tersebut dapat dilihat dari waktu sistolik. Pada subyek normal, waktu sistolik sesuai dengan waktu setengah kontraksi otot jantung (0,25-0,3) detik[18], yaitu sekitar 0,16 detik dan konsisten. Pada subyek patologis stadium 1, waktu sistolik berlangsung lebih lama daripada subyek normal, yaitu sekitar 0,18 detik dan konsisten. Pada subyek patologis stadium 2, waktu sistolik berlangsung lebih lama daripada stadium 1 dan tidak konsisten. Pada subyek patologis stadium 3a, waktu sistolik berlangsung lebih lama daripada stadium 2 dan tidak konsisten. Pada subyek patologis stadium 3b, waktu sistolik berlangsung lebih lama daripada stadium 3a dan tidak konsisten. Pada subyek patologis stadium 4, waktu sistolik berlangsung lebih lama daripada stadium 3b dan tidak konsisten. Pada subyek patologis stadium 5, waktu sistolik berlangsung lebih lama daripada stadium 4 dan tidak konsisten.



Gambar 9 Denyut Nadi Arteri Radialis Subyek Normal[4]. Waktu sistolik berlangsung sekitar 0,16 detik.

Hal itu menunjukkan bahwa makin tinggi stadium penyakit Nefropati Diabetes tipe 2 atau kadar kreatinin yang makin tinggi akan mengakibatkan aliran darah menjadi lebih lambat dan tidak konsisten. Gelombang tekanan aliran darah yang lambat tersebut sesuai dengan hasil penelitian Lau & Chwang (1998) pada penderita PGK yang menunjukkan waktu sistolik yang berlangsung lebih lama daripada subyek normal (sehat) dengan frekuensi sampling 100 Hz (Gambar 9 dan Gambar 10)

Ciri khusus waktu sistolik rekaman gelombang denyut nadi yang konsisten, yaitu pada subyek normal dan subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 1 dapat ditentukan secara akurat sesuai dengan penelitian Zhang & Wang (2008)[5].

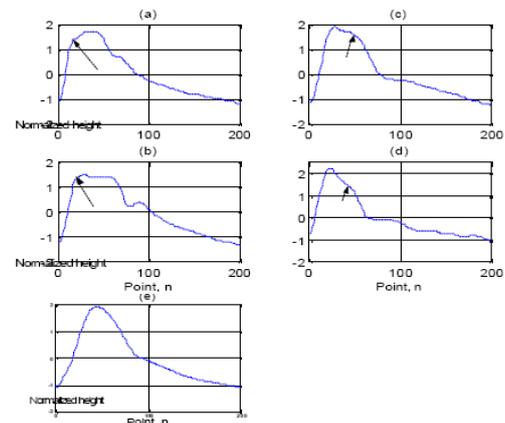
V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Ciri khusus waktu sistolik rekaman gelombang denyut nadi pada subyek normal mempunyai waktu sistolik yang konsisten, yaitu 0,16 detik. Waktu sistolik pada subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 1 konsisten, yaitu 0,18 detik. Hasil perekaman menunjukkan makin tinggi tingkat keparahan atau stadium penyakit Nefropati Diabetes tipe 2, waktu sistolik makin lama dan tidak konsisten. Dapat disimpulkan bahwa rekaman pola gelombang denyut nadi pada area *chi* arteri radialis berhubungan dengan tingkat keparahan penyakit Nefropati Diabetes tipe 2 yaitu faktor hemorheologi yang berpengaruh signifikan terhadap proses penyakit.

B. Saran

Pada gelombang denyut nadi yang tidak konsisten, yaitu pada subyek patologis Nefropati Diabetes tipe 2 stadium 2 dan stadium yang lebih tinggi membutuhkan metode lain untuk menentukan cirri khususnya.



Gambar 10 Lima Jenis Gelombang Denyut Nadi Kelompok Penderita PGK [4]. Waktu sistolik berlangsung lebih lama daripada subyek normal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] National Kidney Foundation. 2003. KEEP: Kidney Early Evaluation Program. Annual data report. Program Introduction. *Am J Kidney Dis*, 42(5 suppl 4):S5-15, (Online), (http://www.kidney.org/keep/pdf/ajkd_KEEP_nov_2003.pdf.)
- [2] US Renal Data System. 2008. USRDS 2008 Annual Report: Atlas of Chronic Kidney Disease and Endstage Renal Disease in the United States. National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, Bethesda, MD.
- [3] Liangyue, D., Yijun, G., Shuhui, H., Xiaoping, J., Yang, L., Rufen, W., Wenjing, W., Xuetai, W., Hengzhe, X., Xiuling, X. & Jiuling, Y. 2003. Chinese Acupuncture and Moxibustion. Foreign Language Press. Beijing.
- [4] Lau, E.O.Y. & Chwang, A.T. 1998. Relationship between Wrist-pulse Characteristics and Body Conditions. Department of Mechanical Engineering, The University of Hongkong.
- [5] Zhang, P. & Wang. 2008. Frame work for Automatic Time-Domain Characteristic Parameters Extraction of Human Pulse Signals. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*. Volume 2008, Article ID 468390, 9 pages.
- [6] K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease. 2002. Evaluation, Classification, and Stratification. *Am J Kidney Dis*, 39 (Suppl 1):S1-S266.

- [7] National Kidney Foundation. 2002. Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI) Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification, and Stratification.
- [8] Snyder, S. & Pendergraph, B. 2005. Detection and Evaluation of Chronic Kidney Disease, *Am Fam Physician*, 72: 1723-1732.
- [9] Sastroasmoro, S. & Ismael, S. 2002. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis (Edisi kedua)*. Jakarta: Sagung Seto.
- [10] Scanlon, C. V. & Sanders T. 2006. *Essentials of Anatomy and Physiology (3th ed.)*, 1999 Philadelphia, Pennsylvania: The F. A. Davis Company. F. X. Awal Prasetya (penterjemah). 2006. *Buku Ajar Anatomi & Fisiologi (Edisi ketiga)*. Jakarta: EGC.
- [11] Guyton, A. & Hall, E.J. 2006. *Textbook of Medical Physiology*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- [12] Delp, M. H. & Manning, R. T. 1996. *Major's Physical Diagnosis An Introduction to the Clinical Process*, 1981. Philadelphia: W.B. Saunders Company. Moelia Radja Siregar (penterjemah). 1991. *Major Diagnosis Fisik (Edisi IX)*. Jakarta: EGC.
- [13] Baskurt, O.K., Hardeman, M., Rampling, M.W., & Meiselman, H.J. 2007.. *Handbook of Hemorheology and Hemodynamics*. Amsterdam: IOS Press.
- [14] Baskurt, O.K. 2003. Pathophysiological Significance of Blood Rheology. *Perspective in Medical Sciences. Turk J Med Sci.*, 33: 347-355.
- [15] Baskurt, O.K. & Meiselman, H.J. 2003. Blood rheology and hemodynamics. *Seminars in Thrombosis and Haemostasis*, 29: 435-450.
- [16] Rehman, G., Khan, S.A., & Hamayun, M. 2005. Studies on Diabetic Nephropathy and Secondary Diseases in Type 2 Diabetes. *INT. J. DIAB.*, 25, (Online), (http://www.rssdi.org/2005-jan-mar/original_article3.pdf, diakses 19 April 2010).
- [17] Demiroglu, H. & Gürlek, A. 1998. Altered red blood cell rheology as a predisposing factor for diabetic nephropathy. *Nephron*, 79(1):121-2.
- [18] Sherwood, L. 2010. *Human Physiology From Cells to System (7th ed.)*. BROOKS/COLE CENGAGE Learning.