

EFEKTIVITAS TEKNIK PEMULIHAN DAN VO_2MAX DALAM PEMULIHAN ASAM LAKTAT DARAH DAN DENYUT JANTUNG SETELAH LARI

Andika Triansyah, B.M Wara Kushartanti¹

Universitas Tanjungpura Pontianak, Universitas Negeri Yogyakarta
andi.k.triansyah@gmail.com, wkushartanti@gmail.com

Abstrak : Tujuan penelitian ini untuk mengetahui: (1) perbedaan efektivitas tiga jenis teknik pemulihan yaitu *massage*, *stretching* dan *recovery* konvensional dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter; (2) perbedaan efektivitas antara kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter; dan (3) interaksi antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dengan VO_2Max dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan rancangan faktorial 2 x 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) *stretching* paling efektif untuk menurunkan asam laktat darah, sedangkan *massage* dan *recovery* konvensional lebih efektif untuk pemulihan denyut jantung; (2) pada kelompok VO_2Max tinggi pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung lebih efektif dengan signifikansi ($P= 0.001$) dibandingkan kelompok VO_2Max rendah; dan (3) tidak ada interaksi antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dengan VO_2Max dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter.

Kata kunci: *massage*, *stretching*, *recovery* konvensional, VO_2Max , asam laktat darah, denyut jantung pemulihan.

Abstract : This study aims at: (1) finding the effect of three types of treatments such as *massage*, *stretching* and conventional *recovery* in recovery blood lactic acid and heart rate after a 6x35-meter-run; (2) finding the different effects between high VO_2Max and low VO_2Max capabilities in recovery blood lactic acid and heart rate after a 6x35-meter-run; and (3) finding the interaction among the *massage*, *stretching*, and conventional *recovery* groups of VO_2Max in recovery

¹ Andika Triansyah, & B.M Wara Kushartanti adalah dosen Jurusan Pendidikan Ilmu Keolahragaan FKIP Untan.

blood lactic acid and heart rate after a 6x35-meter-run. This research method was an experimental study with 2 x 3 factorial designs. The research results show that: (1) stretching recovery is more effective in decreasing the blood lactic acid. Meanwhile, the massage and the conventional recovery are more effective for the heart rate recovery; (2) on the VO₂Max groups, the blood lactic acid recovery and the heart rate recovery are more effective than the low VO₂Max group with the significance level (P=0.001); and (3) there are no interaction among the massage, stretching and the conventional recovery with the VO₂Max towards the blood lactic acid recovery and the heart rate after the 35-meter-interval run.

Keywords: *massage, stretching, conventional recovery, VO₂Max, lactic acid, heart rate recover*

Pendahuluan

Setiap aktivitas fisik (jasmani) dalam latihan olahraga selalu mengakibatkan terjadinya perubahan, antara lain pada keadaan anatomi, fisiologi, biokimia, dan psikologis pelakunya (Sukadiyanto & Muluk, 2011, p.25). *Stressor* yang ditimbulkan oleh aktivitas fisik yang tinggi hingga mencapai intensitas submaksimal, pada dasarnya diakibatkan oleh beban yang tidak mampu direspon oleh tubuh. *Stressor* tersebut akan mengganggu keadaan homeostatis (seimbang) dalam tubuh, yang dapat menyebabkan masalah kelainan biologis (*patologis*) (Sugiharto & Angga, 2009, p.15).

Kegagalan tubuh untuk beradaptasi terhadap beban latihan (*stimulus*) dapat memberikan resiko cedera yang lebih besar, seperti yang dikemukakan oleh Calder (2005, p.3) "*failure to adapt to training stressors, either physical or psychological, can lead to detrimental conditions common to many athletes such as overtraining, overuse or burnout*". Kegagalan untuk beradaptasi dengan *stress* akibat latihan, baik secara fisik maupun psikis, dapat menyebabkan kondisi umum yang merugikan, sehingga banyak atlet dapat mengalami *overtraining*, *overuse* atau *burnout*. Fase *recovery* diperlukan untuk mengembalikan kondisi tubuh menjadi homeostatis seperti sebelum melakukan olahraga atau latihan, dengan demikian untuk melanjutkan latihan berikutnya kondisi tubuh tidak berada dalam keadaan lelah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Purnomo (2011, p.168) terjadi peningkatan kadar asam laktat di dalam darah 5 menit setelah latihan submaksimal. Menurut Bompa & Carrera (2005, p.239) aktivitas jenis anaerobik akan meningkatkan produksi dan akumulasi asam laktat, yang berperan dalam munculnya kelelahan otot. Akumulasi asam laktat dapat

menimbulkan nyeri otot yang dirasakan ketika seseorang melakukan olahraga intens (Sherwood, 2012, p.300). Hal ini sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Whyte (2006, p.8) bahwa kelelahan akut biasanya disertai dengan terlalu lelahnya otot sehingga menghasilkan nyeri otot, *insomnia* dan meningkatkan respon alergi. Ketika hal ini dilanjutkan dengan sesi latihan kedua yang intensif, tanpa intervensi periode pemulihan yang tepat, keadaan seperti ini berkembang menjadi *strain* otot, di mana gejala yang dialami sama tetapi berlangsung lebih dari 2 hari.

Latihan akan menimbulkan respon berupa peningkatan kadar asam laktat di dalam darah, selain itu juga akan meningkatkan denyut jantung. Dalam penelitian Sugiharto & Sumartiningsih (2012, p.53) didapatkan adanya hubungan yang signifikan antara asam laktat dan denyut nadi setelah latihan *ergocycle* selama 5 menit dengan beban 7 watt. Peningkatan kadar asam laktat darah dan denyut nadi sering dijadikan pelatih sebagai indikator terhadap intensitas latihan (O'Donovan & Denis, 2008, p.25). Frekuensi denyut jantung maupun isi sekuncup akan meningkat 95% selama seseorang melakukan latihan olahraga maksimum (Wiarso, 2013, p.44). Keterlibatan lebih lanjut dalam latihan intensif tanpa pemulihan yang memadai menyebabkan akumulasi kelelahan, yang disebut '*over reaching*'. Dalam keadaan *over reaching* dapat diamati dengan peningkatan denyut jantung istirahat, peningkatan denyut jantung dan konsentrasi asam laktat selama latihan submaksimal (Whyte, 2006, p.8).

Beberapa monitor denyut jantung dapat digunakan dalam memprediksi kemampuan penyerapan oksigen maksimal (VO_2Max), sehingga dapat mengidentifikasi perubahan dalam kebugaran, dan mendeteksi tanda-tanda awal dari *overtraining* (O'Donovan & Denis, 2008, p.25). Kemampuan VO_2Max memiliki hubungan terhadap penurunan asam laktat dalam darah. Dalam penelitian Hanon, et,al (2010, p.237) menyimpulkan bahwa VO_2Max dan kecepatan penurunan memiliki hubungan yang positif terhadap konsentrasi asam laktat dan *bicarbonate* di dalam darah. VO_2Max merupakan ukuran yang sering digunakan dalam menentukan kebugaran dan menunjukkan rata-rata energi maksimal yang ditimbulkan oleh sistem energi aerobik. VO_2Max memiliki pengaruh terhadap kemampuan tubuh dalam melakukan *recovery*. Pemulihan lebih cepat memungkinkan atlet untuk mengurangi interval istirahat di antara sesi latihan maupun pertandingan dan untuk meningkatkan beban latihan secara keseluruhan (Whyte, 2006, p.16).

Olahraga pada saat ini berkembang dengan pesat, perkembangan olahraga diikuti dengan kemajuan diberbagai sektor bidang olahraga, baik

secara industri, teknologi, dan secara keilmuan. Perkembangan dari sektor keilmuan, memberikan kontribusi berupa efisiensi program latihan. Sesi latihan yang sering dilakukan dua kali sehari merupakan bentuk kuantitatif dan kualitatif dari upaya optimalisasi pendekatan beban latihan maksimal atau beban latihan supramaksimal. Selain itu dengan perkembangan yang pesat terhadap olahraga menjadikan olahraga semakin kompetitif, tidak jarang kompetisi yang berjalan menempatkan jadwal yang padat, sehingga terkadang beberapa cabang olahraga melaksanakan pertandingan atau perlombaan dua kali dalam satu hari, sementara efek yang ditimbulkan dapat menyebabkan kelelahan pada fisik yang berdampak pada tidak seimbangny keadaan fisiologis tubuh, dan lebih jauh akan berdampak pada penurunan *performance* (penampilan) dari atlet, sehingga prestasi yang dicapai juga akan mengalami penurunan.

Atlet yang terus-menerus terkena berbagai jenis beban latihan, beberapa diantaranya akan melebihi ambang batas toleransi, akibatnya akan terjadi penurunan adaptasi dan mempengaruhi kinerja secara keseluruhan. Atlet yang melampaui batas fisiologis, memiliki resiko kelelahan. Kelelahan yang lebih besar, memiliki efek negatif yang lebih besar seperti rendahnya tingkat pemulihan, penurunan koordinasi, dan berkurang tenaga (Whyte, 2006, p.9). Oleh karena itu diperlukan *recovery* yang berkualitas untuk mengembalikan kondisi tubuh menjadi normal dan siap melanjutkan latihan maupun pertandingan (Bompa & Carrera, 2005, p.242).

Massage dan *stretching* merupakan metode *recovery* yang telah lama digunakan dan terbukti efektif untuk pemulihan. Dalam penelitian Wiltshire, et.al (2010, p.1070) disimpulkan bahwa efek dari *massage* menurunkan 25% kadar asam laktat setelah 10 menit melakukan *recovery*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mori, et.al (2004, p.177) bahwa *massage* dapat mengurangi derajat kelelahan otot jika dibandingkan dengan beristirahat pasif, aplikasi pijat membantu mengatasi perasaan subjektif dari kelelahan. Selain manipulasi *massage*, aktivitas *stretching* juga memiliki pengaruh terhadap pemulihan sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Lopes, et.al (2010, p.655) yang mendapatkan bahwa efek akut dari *stretching* statis dapat menurunkan kadar asam laktat di dalam darah setelah latihan lebih cepat, jika dibandingkan kondisi tanpa *stretching*. Pemulihan kelelahan dengan *stretching* membantu tubuh dalam membuat transisi yang halus dari keadaan istirahat ke aktivitas, sedangkan pendinginan membuatnya kembali normal setelah tubuh melakukan aktivitas latihan (Bompa & Carrera, 2005, p.91). Pemulihan secara aktif dapat mempercepat pengurangan asam laktat, melalui meningkatnya metabolisme

dan sistem aliran darah, melalui oksidasi dan *gluconeogenesis* (Dupont, Blondel & Berthoin, 2003, p.552).

Optimalisasi masa *recovery* tidak hanya dilakukan setelah latihan atau setelah pertandingan (*post event*) tetapi juga pada saat istirahat interval latihan atau istirahat antar pertandingan (*inter event*). Istirahat interval antar set atau sesi latihan merupakan hal yang penting di dalam latihan, jumlah waktu istirahat menentukan seberapa banyak tenaga yang dapat pulih sebelum melanjutkan latihan (Bompa & Carrera, 2005, p.73). Walaupun *massage* dan *stretching* merupakan metode *recovery* yang telah lama digunakan dan terbukti efektif untuk pemulihan, namun pada waktu istirahat yang singkat seperti istirahat antar set latihan atau jeda pertandingan *massage* dan *stretching* masih jarang digunakan sebagai metode pilihan dalam melakukan pemulihan dan belum terbukti keefektifannya. Berdasarkan observasi di lapangan, jika dilihat selama interval istirahat latihan maupun istirahat jeda pertandingan waktu istirahat yang diberikan/ada kurang dimanfaatkan secara optimal oleh atlet maupun tim pelatih untuk memberikan perlakuan pemulihan kepada atlet. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada salah satu tim pelatih, istirahat dengan memberikan perlakuan khusus seperti manipulasi *massage* maupun gerakan *stretching* di tengah-tengah pertandingan dianggap kurang efektif dan dapat mengurangi waktu evaluasi atau arahan dari pelatih terhadap pemain/atlet.

Sebuah program yang direncanakan dengan baik akan menggabungkan bukan hanya periode latihan tetapi juga merencanakan pemulihan yang tepat (Grantham, 2008, p.85). Sekitar 50 persen puncak penampilan atlet bergantung pada kemampuan untuk pemulihan, jika teknik pemulihan tidak tepat, tujuan latihan bisa jadi tidak tercapai (Bompa & Carrera, 2005, p.242). Sejauh ini berdasarkan observasi yang dilakukan terhadap penggunaan waktu istirahat dari beberapa pelaku olahraga, kebanyakan pada saat istirahat latihan atau pertandingan cenderung menggunakan pemulihan secara pasif dengan cara duduk sambil berbicara sesama rekan maupun sambil mendengarkan instruksi dari pelatih. Penggunaan manipulasi *massage* dan *stretching* pada jeda latihan maupun istirahat pertandingan masih dianggap kurang bermanfaat dan hanya cocok bila dilakukan sebagai pemulihan setelah latihan inti selesai maupun pertandingan telah berakhir. Tantangan kurang optimalnya penggunaan masa pemulihan dalam waktu yang relatif singkat harus mendapat jawaban dari ilmuwan di bidang olahraga dengan menemukan formulasi strategi yang paling efektif sehingga pemulihan menjadi optimal.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan uji untuk mengetahui perbedaan efektivitas dari teknik *massage* dan *stretching* terhadap pemulihan kelelahan, selain itu digunakan *recovery* konvensional sebagai pembanding. Perlakuan masing-masing teknik pemulihan diberikan selama 5 menit, waktu tersebut dipilih untuk mengetahui sejauh mana efektivitas dari masing-masing teknik pemulihan dengan waktu yang relatif singkat. *Stressor* untuk meningkatkan asam laktat darah dan denyut jantung dalam penelitian ini berupa lari. latihan lari yang digunakan adalah lari 6x35 meter *recovery* 10 detik dengan intensitas maksimal, karena sifat kerja berupa lari merupakan komponen dominan dari berbagai cabang olahraga. Selain itu sistem energi yang digunakan pada lari 6x35 meter *recovery* 10 detik dengan intensitas maksimal adalah anaerobik laktat yang menghasilkan energi dan sisa metabolisme berupa asam laktat otot maupun darah dan jika terakumulasi dapat menyebabkan kontraksi otot tidak optimal bahkan dapat menyebabkan kram otot.

Penelitian ini secara strategis penting mengingat kompetisi olahraga semakin ketat, sehingga perlu dilakukannya optimalisasi pemulihan baik pada masa istirahat latihan, jeda pertandingan, atau pada waktu istirahat yang relatif singkat. Menanggapi hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk melengkapi dengan menitik beratkan pada upaya optimalisasi fase pemulihan atlet yang pada akhirnya berdampak pada pemulihan kondisi *homeostatis* tubuh dan berujung pada peningkatan prestasi atlet. Adapun judul dari penelitian ini adalah “efektivitas *massage*, *stretching*, *recovery* konvensional dan *VO₂Max* dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35meter”.

Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, Jenis penelitian *eksperimental laboratories* dan lapangan.

Tempat dan Waktu Penelitian

Peneelitian ini dilakukan di Stadion Sultan Syarif Abdurahman Pontianak, Kalimantan Barat. Penelitian ini dilaksanakan dari tanggal 5 Maret s/d 5 April 2014. Adapun waktu pelaksanaan dari pukul 08.00 – 10.00 WIB.

Subjek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa putra penjaskesrek semester 6 tahun 2014 Universitas Tanjungpura Pontianak-Kalimantan Barat

yang berjumlah 44 orang. Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan rumus dari Lemeshow, et.al (1990: 42) sebagai berikut:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 p (1-p) N}{d^2(N-1) + Z_{1-\alpha/2}^2 p (1-p)}$$

Keterangan:

- n : Besar sampel minimal
 N : Jumlah populasi
 $Z_{1-\alpha/2}$: Standar deviasi normal 1,96 dengan derajat kepercayaan 95%
 d : Derajat kesalahan 5%
 p : Proporsi target populasi adalah 0,5

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 44}{0,05^2 \cdot (44 - 1) + 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}$$

$$n = 39,5707$$

Untuk mengantisipasi hilangnya unit eksperimen maka dilakukan koreksi 5% adalah $39,5707 \times 5\% = 1,9785$. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah $39,5707 + 1,9785 = 41,5492$ dibulatkan menjadi 42. Kemudian dari 42 dibagi menjadi 6 kelompok/sel (sel pada faktorial 2×3) sehingga dalam setiap kelompok/sel di isi oleh 7 orang, yang selanjutnya diambil 7 orang dengan VO_2Max tinggi dan 7 orang dengan VO_2Max rendah. Dalam penelitian ini menggunakan rancangan sama subjek (*within subject design*), sehingga ke-14 orang tersebut kemudian mendapatkan tiga jenis perlakuan dengan selang waktu enam hari (*washed out period*). Hal ini dilakukan untuk menjamin agar efek causatif/assosiatif dari perlakuan pemulihan dengan penurunan kadar asam laktat darah dan denyut nadi pemulihan terjadi karena perbedaan jenis/kelompok pemulihan dan bukan karena variabilitas biologis sampel.

Prosedur

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Desain penelitian eksperimen yang digunakan rancangan *faktorial 2x3* yang melibatkan 2 variabel yaitu: Variabel bebas aktif/*independent* berupa efektivitas *massage*, *stretching* serta *recovery* konvensional dan variabel bebas pasif/moderat berupa kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah. Variabel terikat berupa pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung.

Data yang akan diambil merupakan data pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah subjek diberikan teknik pemulihan berbeda

(*massage, stretching, dan recovery* konvensional) selama 5 menit. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik tes dan pengukuran. Teknik tes digunakan untuk mengukur VO_2Max , sedangkan teknik pengukuran digunakan untuk mengukur asam laktat darah dan mengukur denyut jantung pemulihan. Data pengukuran kadar asam laktat darah yang diambil ialah data sebelum dan sesudah pemulihan (*massage, stretching dan recovery* konvensional). Data denyut jantung yang diambil adalah data denyut jantung segera setelah lari interval 35 meter dan 2 menit setelahnya.

Untuk menentukan kemampuan VO_2Max digunakan instrumen *multi stage fitness test (bleep test)* sedangkan untuk pengukuran asam laktat darah menggunakan instrumen *lactotest* dan *test strip* dan mengukur denyut jantung menggunakan *stopwatch* dan *polar heart rate*. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan instrumen yang mempunyai skala pengukuran tetap yaitu berupa, *Lactotest* dengan merek *Accutrend Plus* dan *test strip BM-Lactate* untuk mengukur asam laktat darah. Sedangkan untuk mengukur denyut jantung menggunakan *stopwatch* merek ROX yang telah di kalibrasi dengan nomor: 694/SW-29/II/2014 dan *polar heart rate* dengan merek *Polar RS400 heart rate monitor watch*.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan teknik *multivariate analysis of variance* (manova), menggunakan bantuan IBM SPSS Statistics 20. Untuk memenuhi asumsi dalam teknik manova, maka dilakukan uji prasyarat. Adapun langkah-langkah dari masing-masing analisis data sebagai berikut: (1) uji normalitas dilakukan menggunakan rumus Kolmogorov Smirnov dengan program IBM SPSS Statistics 20. Data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai $p > 0.05$; (2) uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kesamaan variasi, atau untuk menguji bahwa data yang diperoleh berasal dari populasi yang *homogen*. Dalam uji ini menggunakan *Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a*. Kriteria pengambilan keputusan adalah *varians* dikatakan homogen apabila nilai $p > 0.05$; (3) jika data terbukti normal dan homogen, maka akan dilanjutkan analisis parametrik dengan uji manova.

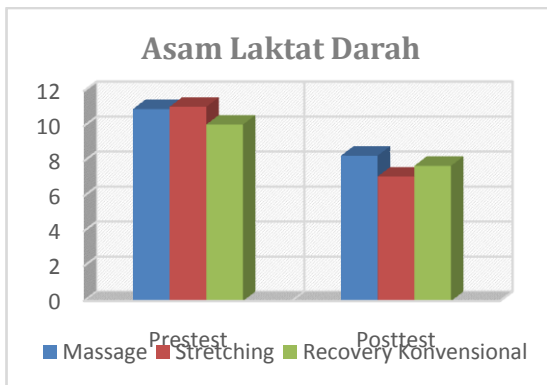
Hasil Penelitian dan Pembahasan

Deskripsi Hasil Penelitian

Hasil analisis deskripsi yang ditampilkan berupa jumlah sampel (N), rata-rata (*mean*), dan standar deviasi (SD) dari pengukuran asam laktat darah berdasarkan masing-masing teknik pemulihan yang terdiri dari *massage, stretching, dan recovery* konvensional, dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Analisis Deskripsi Asam Laktat Darah Berdasarkan teknik pemulihan

Kelompok Pemulihan	Asam laktat darah				
	N	Pretest		Posttets	
		Mean	SD	Mean	SD
Massage	14	10,97 1	2,1193	8,307	1,7362
Stretching	14	11,10 0	2,9948	7,114	1,7819
Konvensional	14	10,08 6	2,4387	7,729	1,8755

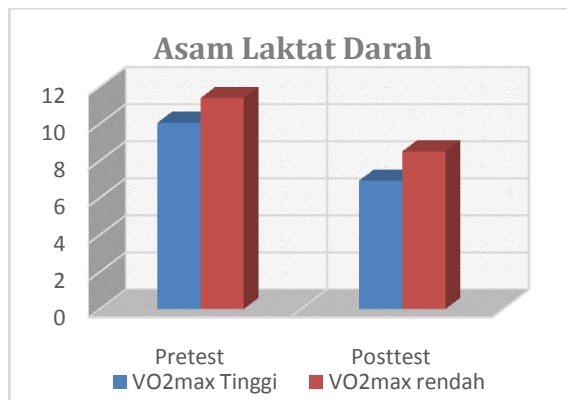


Gambar 1. Histogram Asam Laktat Darah Berdasarkan Teknik Pemulihan

Hasil analisis deskripsi dari variabel asam laktat darah berdasarkan kemampuan VO_2Max dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis Deskripsi Asam Laktat Darah Berdasarkan kemampuan VO_2Max .

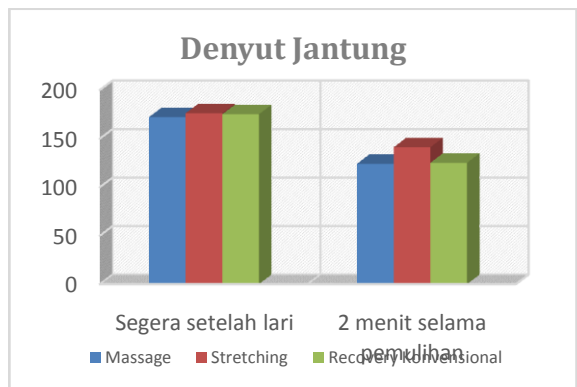
VO_2Max	Asam laktat darah				
	N	Pretest		Posttest	
		Mean	SD	Mean	SD
Tinggi	21	10,052	1,6582	6,929	1,3188
Rendah	21	11,386	2,7796	8,505	1,9402



Gambar 2. Histogram Asam Laktat darah berdasarkan Kemampuan VO_2Max
 Hasil analisis deskripsi variabel denyut jantung berdasarkan masing-masing teknik pemulihan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Analisis Deskripsi Denyut Jantung Berdasarkan Teknik Pemulihan

Teknik Pemulihan	N	Denyut Jantung			
		Segera setelah latihan		2 menit selama pemulihan	
		Mean	SD	Mean	SD
Massage	14	172	10,241	124	11,672
Stretching	14	176	8,075	141	14,380
Konvensional	14	175	6,538	125	14,221

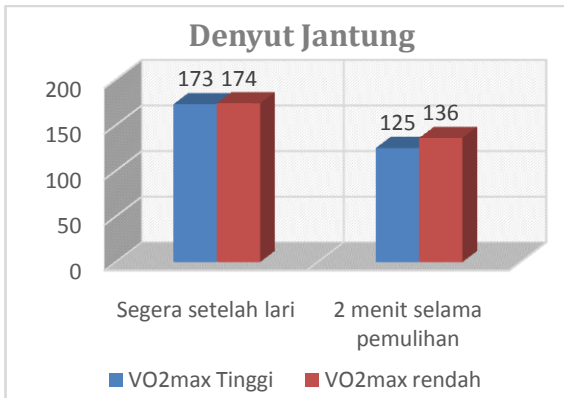


Gambar 3. Histogram Denyut Jantung Berdasarkan Teknik Pemulihan

Hasil analisis deskripsi dari variabel denyut jantung berdasarkan kemampuan VO_2Max dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.
 Hasil analisis variabel denyut jantung
 berdasarkan kemampuan VO_2Max

VO_2Max	N	Denyut Jantung			
		Segera setelah latihan		2 menit selama pemulihan	
		Mean	SD	Mean	SD
Tinggi	21	173	9,527	125	12,995
Rendah	21	174	7,383	136	15,789



Gambar 4. Histogram Denyut Jantung Berdasarkan Kemampuan VO_2Max

Uji Normalitas Data

Pengujian normalitas data dilakukan untuk mengetahui normal tidaknya distribusi data atau dengan kata lain untuk mengetahui kepastian sebaran data yang diperoleh normal atau tidak. Untuk menguji normalitas data digunakan uji *kolmogorov-Smirnov*. Jika diperoleh nilai P lebih besar dari $\alpha = 0,05$ ($p > 0,05$), maka data yang diuji berdistribusi normal. Hasil uji normalitas data variabel asam laktat darah dan denyut jantung dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.
 Hasil uji normalitas variabel asam laktat darah dan denyut jantung.

Test of Normality			
Variabel	Kolmogorov-Smirnov^a		
	Signifi- kansi	Keterangan	Status
Asam Laktat Darah	0,412	P>0,05	Normal
Denyut Jantung	0,623	P>0,05	Normal

Dari hasil uji normalitas data menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test* dapat diketahui seluruh nilai p lebih besar dari 0,05. Disimpulkan bahwa data dari masing-masing kelompok perlakuan terhadap hasil pengukuran asam laktat dan denyut jantung berdistribusi normal sehingga dapat dilanjutkan dengan analisis data parametrik uji beda manova

Uji Homogenitas

Untuk menyakinkan bahwa sampel dalam penelitian ini berada dalam kondisi yang sama (homogen), maka perlu dilakukan pengujian terhadap ketiga *varians* teknik pemulihan (*massage, stretching, dan recovery* konvensional). Upaya untuk memprediksi kesamaan dari ketiga *varians* sangat diperlukan dalam penelitian eksperimen guna mempertinggi validitas internal. Uji homogenitas *varians* dilakukan untuk mengetahui homogen atau tidaknya *varians* yang dibandingkan. Hasil uji homogenitas *varians* dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 6.
 Hasil uji homogenitas *varians*
Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a

Box's M	17,532
F	1,002
df1	15
df2	7088,747
Sig.	,449

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept + PEMULIHAN + VO2MAX + PEMULIHAN * VO2MAX

Untuk memenuhi asumsi homogenitas data multivariat nilai dari P harus lebih besar dari nilai α , sig *BOX'S M* > 0,05. Hasil dari perhitungan didapat nilai sig > 0,05 atau 0,449 > 0,05. Maka dapat disimpulkan bahwa data dari masing-masing *varians* terhadap hasil pengukuran asam laktat darah dan denyut jantung dalam penelitian ini adalah homogen. Dengan demikian data yang diperoleh dapat dilanjutkan untuk dianalisis dengan uji beda manova.

Ujian Hipotesis

Uji beda variabel terikat berupa pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung berdasarkan teknik pemulihan *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional serta uji beda terhadap nilai variabel terikat berupa pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung berdasarkan kemampuan *VO₂Max* tinggi dan kemampuan *VO₂Max* rendah dilakukan dengan analisis uji beda manova.

a. Pengujian Hipotesis I

Rumusan hipotesis yang diajukan untuk mengetahui perbedaan efektivitas dari masing-masing teknik pemulihan dalam melakukan pemulihan asam laktat darah dan denyut nadi disusun sebagai berikut: H_a : Ada perbedaan efektivitas antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter, dan H_0 : Tidak ada perbedaan efektivitas antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Pada taraf signifikansi 5% ditentukan kriteria pengambil keputusan menolak H_0 jika nilai signifikansi $P < 0,05$. Hasil analisis uji beda manova terhadap variabel pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung berdasarkan teknik pemulihan ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 7.

Hasil uji beda manova antara teknik pemulihan dalam melakukan pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung

<i>Effect</i>	<i>Value</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Teknik pemulihan	0,569	4,838	0,002

Berdasarkan dari tabel di atas diketahui nilai signifikansi P sebesar 0,002 yang berarti $0,002 < 0,05$. Sehingga dinyatakan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Dalam hal ini berarti dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan efektivitas antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter.

Pengujian Hipotesis II

Rumusan hipotesis yang diajukan untuk mengetahui perbedaan efektivitas kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah dalam melakukan pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung disusun sebagai berikut: H_a : Ada perbedaan efektivitas kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter, dan H_0 : Tidak ada perbedaan efektivitas pada kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Pada taraf signifikansi 5% dapat ditentukan kriteria pengambil keputusan tolak H_0 jika nilai signifikansi $P < 0,05$. Hasil analisis uji beda manova pada pemulihan asam laktat dan denyut jantung berdasarkan kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 8.
 Hasil uji beda manova kemampuan VO_2Max
 dalam pemulihan asam laktat darah
 dan denyut jantung

<i>Effect</i>	<i>Value</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
VO_2Max	0,480	8,397	0,001

Berdasarkan tabel di atas diketahui harga signifikansi sebesar 0,001 yang berarti $0,001 < 0,05$. Sehingga dapat dinyatakan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Dalam hal ini berarti dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan efektivitas kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter.

Pengujian Hipotesis III

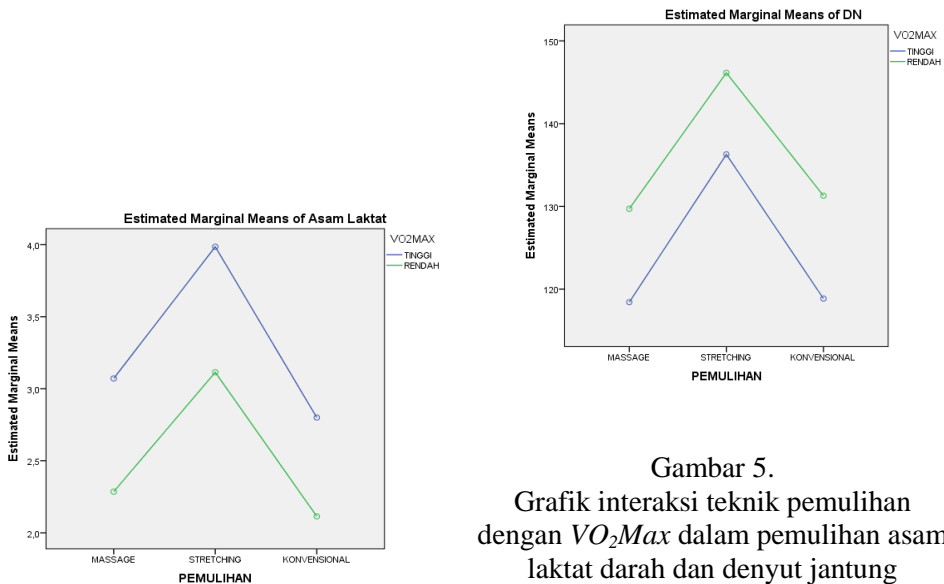
Rumusan hipotesis yang diajukan untuk mengetahui interaksi antara variabel bebas dengan variabel moderator terhadap variabel terikat disusun sebagai berikut H_a : Ada interaksi antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dengan VO_2Max dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter, dan H_0 : Tidak ada interaksi antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dengan VO_2Max dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Pada taraf signifikansi 5% dapat ditentukan kriteria pengambil keputusan untuk menolak H_0 jika nilai Signifikansi $P < 0,05$.

Hasil uji beda analisis manova terhadap interaksi antara variabel bebas berupa teknik *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dengan variabel moderator berupa kelompok VO_2Max dalam melakukan pemulihan asam laktat dan denyut jantung dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 9.
 Interaksi antara teknik pemulihan dengan kemampuan VO_2Max dalam pemulihan asam laktat dan denyut jantung

Effect	Value	F	Sig.
Pemulihan* VO_2Max	0,003	0,24	0,999

Berdasarkan tabel di atas diketahui harga signifikansi sebesar 0,999 yang berarti $0,999 > 0,05$. Sehingga H_0 diterima, kesimpulan yang didapat adalah tidak ada interaksi antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dengan VO_2Max dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Artinya dengan melakukan teknik pemulihan apapun (*massage*, *stretching*, atau *recovery* konvensional) kemampuan VO_2Max tinggi akan lebih baik dalam pemulihan. Untuk lebih jelas dapat dilihat dalam grafik interaksi dibawah ini:



Gambar 5.
 Grafik interaksi teknik pemulihan dengan VO_2Max dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung

Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian ini memberikan penafsiran yang lebih lanjut mengenai hasil-hasil analisis data yang telah dikemukakan, berdasarkan

pengujian hipotesis yang telah dilakukan. Kesimpulan analisis tersebut dapat dipaparkan lebih lanjut sebagai berikut:

Perbedaan efektivitas antara massage, stretching, dan recovery konvensional dalam pemulihan asam laktat dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter.

Berdasarkan pengujian hipotesis perbedaan efektivitas antara teknik pemulihan yang terdiri dari teknik *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan efektivitas yang bermakna antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter.

Jika dibandingkan antara teknik pemulihan, maka teknik *stretching* terhadap teknik *massage* dan *recovery* konvensional memiliki perbedaan efektivitas yang bermakna. Sedangkan untuk teknik *massage* terhadap *recovery* konvensional tidak memiliki perbedaan yang bermakna. Selanjutnya untuk teknik mana yang lebih efektif terhadap pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Pada variabel asam laktat darah teknik yang efektif menurunkan kadar asam laktat darah adalah teknik *stretching*, jika dibandingkan dengan teknik *massage* dan *recovery* konvensional. Sedangkan pada variabel denyut jantung teknik *massage* dan *recovery* konvensional memiliki tingkat efektivitas yang sama, namun jika dibandingkan dengan teknik *stretching* maka teknik *massage* dan *recovery* konvensional lebih efektif.

Pemulihan dengan melakukan gerakan *stretching* yang diawali gerakan dinamis yang kemudian statis dapat mempercepat pengurangan kadar asam laktat dalam darah, hal ini dikarenakan meningkatnya metabolisme sistem aliran darah melalui oksidasi dan *gluconeogenesis*, sehingga membantu meningkatkan pengangkutan dan penghantaran oksigen melalui hemoglobin ke sel-sel otot aktif yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap resintesis asam laktat. Aktivasi pompa vena dan pompa limfe terjadi pada kontraksi otot yang dinamis, pada saat otot berkontraksi pembuluh-pembuluh vena dan limfe di dalam dan disekitar otot terjepit, sehingga darah dan limfe terperas keluar dari pembuluh, kemudia pada saat relaksasi, pembuluh-pembuluh itu terisi kembali oleh darah dan limfe yang berasal dari jaringan otot yang aktif, bukan darah dan limfe yang tadi telah terperas ke luar. Dengan aktifnya sistem pompa otot, terjadilah percepatan sirkulasi jaringan di dalam otot yang aktif. Percepatan sirkulasi ini membantu mekanisme pemeliharaan *homeostatis* dan mempercepat pemulihan di dalam aktivitas olahraga oleh karena terjadi percepatan pasokan semua zat kebutuhan jaringan serta percepatan pembuangan asam laktat darah (Giriwijoyo & Sidik, 2012, p.274).

Selain itu melakukan pemulihan dengan cara peregangan dapat menghindari cedera, dan membantu dalam pemulihan organ-organ di dalam tubuh. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Calder (2005, p.13) *stretching* dilakukan untuk mengurangi ketegangan otot atau meningkatkan relaksasi otot. Hal ini menyebabkan peningkatan aliran darah melalui otot-otot dan ketika dilakukan sebagai bagian dari pendinginan dapat menjadi cara yang efektif untuk membantu otot untuk pulih dari aktivitas sebelumnya. Gerakan yang dilakukan selama melakukan *stretching* diawali gerakan dinamis yang *low impact* kemudian setelah itu diikuti dengan gerakan *statis* meregangkan otot-otot, sehingga dalam melakukan gerakan seseorang harus tetap dapat bernafas secara normal dan teratur. Dengan bernafas secara teratur tubuh dapat menghirup oksigen, oksigen sangat diperlukan di dalam tubuh untuk proses metabolisme yang kemudian akan membantu pengeliminasian asam laktat di dalam darah melalui siklus kreb.

Di dalam *stretching* dilakukan gerakan-gerakan dinamis sehingga penurunan frekuensi denyut jantung akan terjadi secara perlahan. Jika dibandingkan dengan melakukan pemulihan pasif dengan teknik *massage* dan *recovery* konvensional. Maka *massage* maupun *recovery* konvensional lebih unggul karena dengan beristirahat secara pasif tidak memberikan beban terhadap denyut jantung, selain itu juga *massage* memberikan efek *rileks* sehingga mempengaruhi sistem saraf parasimpatis pada nodus SA yang berdampak pada pengurangan kecepatan denyut jantung. Sebagaimana yang dinyatakan Weerapong, et.al (2005, p.242) bahwa *massage* telah menunjukkan beberapa bukti peningkatan aktivitas saraf parasimpatis dengan mengurangi denyut jantung, menurunkan tekanan darah, meningkatkan zat relaksasi seperti endorfin dan meningkatkan variabilitas denyut jantung.

Hasil dalam penelitian ini *stretching* lebih direkomendasikan dalam membantu pemulihan asam laktat lebih cepat dibanding pemulihan dengan *massage* maupun *recovery* konvensional. Namun untuk penurunan frekuensi denyut jantung pemulihan setelah latihan submaksimal lebih disarankan melakukan jenis pemulihan dengan teknik *massage* dan *recovery* konvensional. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Nancy, et.al, pada tahun 1998, yang memberikan kesimpulan yaitu: Setelah latihan *leg submaximal*, *active recovery* menghasilkan penurunan yang signifikan pada konsentrasi laktat darah bila dibandingkan dengan *sport massage* dan *passive recovery*. Tidak ada perbedaan signifikan yang ditemukan antara *sport massage* dan *passive recovery* untuk perubahan baik secara absolut atau relatif dalam konsentrasi laktat.

Penelitian Sugiharto tahun 1999, pada mahasiswa FPOK IKIP Surabaya angkatan 1995-1997, menyatakan pemulihan aktif berkesinambungan dengan

beban 45% dari kapasitas kerja maksimal paling efektif terhadap penurunan kadar asam laktat darah, hal ini disebabkan oleh meningkatnya kerja aerobik, sirkulasi darah lebih lancar dan keterlibatan otot lambat lebih banyak. Sedangkan untuk penurunan denyut jantung lebih menguntungkan dengan jenis pemulihan pasif.

Perbedaan kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung pemulihan setelah lari interval 35 meter.

Berdasarkan pengujian hipotesis ada perbedaan pada kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah dalam pemulihan asam laktat dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Hasilnya menyatakan bahwa pada kemampuan VO_2Max tinggi lebih cepat dalam pemulihan asam laktat darah jika dibandingkan VO_2Max rendah. Demikian juga pada pemulihan denyut jantung kemampuan VO_2Max tinggi lebih cepat terhadap penurunan denyut jantung jika dibandingkan VO_2Max rendah.

Salah satu unsur utama dalam meningkatkan pemulihan laktat dalam darah adalah oksigen, semakin banyak asam laktat dan H^+ maka semakin banyak pula oksigen yang diperlukan. Oleh karena itu sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan, subjek yang memiliki kemampuan VO_2Max yang tinggi memiliki kemampuan yang baik dalam memulihkan “*oxygen debt*” atau “hutang oksigen” sehingga pemulihan asam laktat darah dilakukan lebih cepat jika dibandingkan orang yang memiliki kemampuan VO_2Max rendah. Kebutuhan akan peningkatan O_2 selama pemulihan dari olahraga (*excess post exercise oxygen consumption*, atau EPOC) disebabkan oleh beberapa faktor, yang paling dikenal adalah faktor pelunasan defisit oksigen yang terjadi selama olahraga, saat aktivitas kontraktil ditopang oleh ATP yang berasal dari sumber-sumber non-oksidatif misalnya kreatin fosfat dan glikolisis anaerob (Sherwood, 2012, p.301).

Kelompok yang memiliki VO_2Max tinggi menunjukkan kemampuan untuk melakukan pemulihan yang lebih baik dari pada kelompok yang memiliki VO_2Max rendah karena volume oksigen yang masuk ke dalam tubuh lebih banyak sehingga peredaran darah lebih baik, yang berdampak pada asam laktat dapat segera dioksidasi untuk menghasilkan energi melalui metabolisme aerobik. Laktat dirubah menjadi asam piruvat kemudian asam piruvat ini masuk ke dalam mitokondria untuk mengalami suatu rangkaian proses oksidasi yang disebut dengan siklus *Kreb's* dan sistem transportasi elektron untuk menghasilkan energi. Hal yang sama juga terjadi pada kelompok yang memiliki VO_2Max rendah namun proses oksidasi dari asam laktat akan lebih lama, dikarenakan oksigen yang masuk ke dalam tubuh lebih sedikit. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Sukadiyanto & Muluk (2011: 65)

olahragawan yang memiliki kemampuan aerobik yang baik akan mampu melakukan *recovery* dirinya dengan cepat, sehingga mampu melakukan latihan dengan intensitas yang tinggi dalam waktu yang lama.

Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Widiyanto (2012), menyatakan *recovery* oksigen hiperbarik dengan tekanan 1,3 ATA, 1,7 ATA, dan *recovery* aktif dapat meningkatkan *clearance* laktat. Peningkatan *clearance* laktat atlet tertinggi pada kelompok satu (*recovery* oksigen hiperbarik dengan tekanan 1,3 ATA) sebesar 3,08 % diikuti dengan kelompok dua (*recovery* oksigen hiperbarik dengan tekanan 1,7 ATA) sebesar 51,22% dan kelompok tiga (*recovery* aktif) sebesar 45,53%. Dari hasil penelitian yang di atas dapat dikatakan bahwa pemulihan yang dilakukan dengan tambahan oksigen atau oksigen yang masuk ke tubuh lebih banyak akan membantu peningkatan pemulihan lebih baik jika dibandingkan dengan pemulihan tanpa bantuan oksigen atau oksigen yang masuk ke tubuh lebih sedikit.

Interaksi antara massage, stretching, dan recovery konvensional dengan VO₂Max dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung pemulihan setelah lari interval 35 meter.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis tidak ada interaksi antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dengan *VO₂Max* dalam pemulihan asam laktat dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Hal ini berarti tidak terdapat interaksi antara masing-masing kelompok pemulihan yang terdiri dari kelompok *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dengan *VO₂Max*. *VO₂Max* memiliki kaitan terhadap kemampuan tubuh dalam melakukan pemulihan, olahragawan yang memiliki kemampuan aerobik dalam hal ini *VO₂Max* yang baik akan mampu melakukan *recovery* dirinya dengan cepat (Sukadiyanto & Muluk, 2011, p.65). Berdasarkan penjelasan di atas maka subjek yang memiliki kemampuan *VO₂Max* tinggi jika melakukan pemulihan dengan metode apapun maka akan mampu lebih baik jika dibandingkan dengan subjek yang memiliki kemampuan *VO₂Max* yang rendah atau buruk.

Dari hasil penelitian ini kelompok pemulihan yang memiliki kemampuan *VO₂Max* tinggi dan kelompok pemulihan yang memiliki *VO₂Max* rendah sama-sama menunjukkan *trend* searah atau *linier* di dalam setiap teknik pemulihan, sehingga tidak terjadi interaksi atau persilangan pada garis *estimated marginal means*. Berdasarkan fakta yang ditemukan dapat dinyatakan bahwa tidak terdapat interaksi atau hubungan antara teknik pemulihan dengan *VO₂Max* terhadap pemulihan asam laktat dan denyut

jantung pemulihan. Karena tidak terdapat interaksi sehingga uji analisis lanjut tidak dapat dilakukan.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis data yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) Ada perbedaan efektivitas antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Teknik *stretching* lebih efektif digunakan dalam pemulihan asam laktat darah. Sedangkan teknik *massage* dan *recovery* konvensional lebih efektif digunakan dalam pemulihan denyut jantung. (2) Ada perbedaan efektivitas kemampuan VO_2Max tinggi dan VO_2Max rendah dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung setelah lari 6x35 meter. Kemampuan VO_2Max tinggi lebih efektif dalam pemulihan asam laktat darah dan denyut jantung. (3) Tidak ada interaksi antara *massage*, *stretching*, dan *recovery* konvensional dengan VO_2Max dalam pemulihan asam laktat darah denyut jantung setelah lari 6x35 meter.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, implikasi, dan keterbatasan penelitian dapat disarankan hal-hal sebagai berikut: (1) Kepada olahragawan maupun atlet, selama jeda istirahat latihan (interval) maupun jeda istirahat pertandingan dapat menggunakan *stretching* dengan waktu 5 menit sebagai aktivitas pemulihan asam laktat darah setelah melakukan latihan/olahraga dengan intensitas maksimal. (2) Teknik *massage* lebih direkomendasikan bagi atlet untuk pemulihan denyut jantung selain karena aktifnya saraf parasimpatis, *massage* memberikan efek rileks sehingga baik bagi psikologis atlet. (3) Disarankan untuk melatih kemampuan VO_2Max (aerobik) bagi atlet pada semua cabang olahraga. Dengan kemampuan VO_2Max yang tinggi atlet tidak akan mudah mengalami kelelahan dan jika lelah akan cepat dalam melakukan pemulihan sehingga secara tidak langsung akan berdampak pada pencapaian prestasi bagi atlet. (4) Saran untuk penelitian berikutnya perlu penelitian yang serupa dengan membandingkan kelompok usia, jenis kelamin, dan pengukuran yang bertahap. (5) Waktu pemulihan selama 5 menit belum mampu menjadikan asam laktat darah mencapai di bawah ambang batas anaerobik (4 mMol/liter), oleh karena itu disarankan untuk penelitian berikutnya menambah durasi waktu pemulihan lebih lama (> 5 menit). (6) Perlu penelitian yang serupa dengan menggunakan kelompok sampel berdasarkan cabang olahraga yang lebih spesifik seperti sepak bola, bola basket, bola voli, bulu tangkis,

atletik, pencak silat dan cabang olahraga lainnya, sehingga penelitian ini memiliki implikasi yang lebih bermakna pada cabang olahraga tersebut. (7) Untuk mendapatkan manfaat yang lebih luas, maka bagi penelitian yang akan datang dapat memperluas penelitian ini, misalnya dengan menambahkan variabel lain yang masih berkaitan dengan pengembangan kemampuan fisiologis atlet.

Daftar Pustaka

- Bompa, T.O & Carrera, M.C. (2005). *Periodization training for sport*, (2nded.). United States: Human Kinetics.
- Calder, A. (2005). *Recovery training*. Asutralian Coaching Council. Diambil pada tanggal 20 November 2013, dari http://www.trainingsmartonline.com/images/Free_Triathlon_Articles/Triathlon_Training_Recovery.pdf
- Dupont, G., Blondel, N., & Berthoin, S. (2003). Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive recovery. *Eur J Appl Physiol*, 89, 548-554.
- Giriwijoyo, S., & Sidik, Z.D. (2012). *Ilmu faal olahraga (fisiologi olahraga)*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Grantham, N. (2008). Injury prevention-want to know the key to injury prevention?plenty of R&R!. Dalam A. Hamilton (Eds.) *in recovery the magic ingredient of any training program*. London: P2P Publising Ltd 2008.
- Hanon, C., et.al. (2010). Oxygen uptake and blood metabolic responses to a 400-m run. *Eur J Appl Physiol* 109:233-240.
- Lopes, S.F., et.al. (2010). Is acute static stretching able to reduce the time to exhaustion at power output corresponding to maximal oxygen uptake?. *Journal of strength and conditioning research*, 24.6; *ProQuest journal pg.1650*.
- Mori, H., et.al. (2004). Effect of massage on blood flow and muscle fatigue following isometric lumbar exercise. *Med Sci Monit*, 10(5), CR173-178.
- O'Donovan, G & Denis, R. (2008). Heart rate training: The strengths and limitations of heart rate monitoring and training are evaluated. Dalam S. Bordiss (Eds.), *in heart rate training*. London: P2P Publising Ltd 2008.
- Purnomo, M. (2011). Asam laktat dan aktivitas SOD eritrosit pada fase pemulihan setelah latihan maksimal. *Jurnal media ilmu keolahragaan Indonesia*, VI, Ed.2.
- Sherwood, L. (2012). *Fisiologi manusia: dari sel ke sistem* (6th Ed.). (Terjemahan Brahm U. Pendit). Jakarta: EGC. (Buku asli diterbitkan tahun 2007)

- Sugiharto & Angga, P.D. (2009). Efek iringan musik saat berolahraga. *Jurnal iptek olahraga*, VII,N1:14-30.
- Sugiharto & Sumartiningsih, S. (2012). Penurunan asam laktat pada fase pemulihan aktif dengan argocycle selama 5 menit. *Jurnal media ilmu keolahraagaan Indonesia*.V2.E1, 2088-6802.
- Sukadiyanto & Muluk, D. (2011). *Pengantar teori dan metodologi melatih fisik*. Bandung: Lubuk Agung.
- Weerapong, P.,et.al. (2005). The mechanisms of massage and effect on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sport Med*; 35 (3): 235-256.
- Whyte, G (2006). *Advances in sport and exercise science series “the physiology of training*. Philadelphia: Elsevier’s Health Sciences Rights Department.
- Wiarto, G. (2013). *Fisiologi dan olahraga*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Widiyanto. (2012). *Oksigen hiperbarik dan recovery aktif untuk meningkatkan clearance laktat dan stabilitas performa anaerobik*. Disertasi doktor, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Surabaya.
- Wiltshire, V., et.al. (2010). Massage impairs post exercise muscle blood flow and “lactic acid” removal. *Medicine & Science in Sport &exercise*, 0195-9131/10/4206-1062/0