

PEMANTAUAN LINGKUNGAN HUTAN BAKAU: STUDI INTEGRASI DATA LANDSAT TM DAN RADARSAT

Bambang Hendro Trisasongko dan Ery Nugraha

Eksplorasi Nusantara
Komplek BBIHP No. 25, Cikaret, Ciomas, Bogor.

Telepon: (0251) 485455

E-mail : bht@bogor.indo.net.id; eksplonus@bogor.wasantara.net.id

ABSTRAK

Radar merupakan salah satu sumber data penting bagi pemantauan kondisi permukaan bumi. Aplikasi pemanfaatan data radar telah banyak diujicobakan bahkan telah terimplementasi pada beberapa kegiatan sehari-hari, seperti radar pemantau cuaca. Pada daerah tropika yang seringkali tertutup awan, penyediaan data selain radar menjadi kurang bermakna mengingat data citra optik relatif peka terhadap kondisi atmosfer setempat. Pengaruh cuaca seperti haze atau awan-bayangan akan sangat mempengaruhi penyediaan informasi tentang kondisi lahan yang dipantau.

Pada makalah ini disajikan hasil uji coba beberapa metode integrasi data multiresolusi dalam hal ini Landsat TM dan Radarsat yaitu Normalisasi Warna, Transformasi IHS, HSV dan HLS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan metode integrasi data memiliki dua tipe keluaran yaitu tipe visual dan tipe digital. Tipe visual lebih menekankan pada kemudahan separasi warna obyek secara visual, sedangkan tipe digital tidak menekankan pada kenampakan visual citra tetapi lebih mempertimbangkan kemudahan dalam pengelompokan kelas obyek secara otomatis. Secara keseluruhan, metode transformasi IHS relatif memiliki kenampakan visual yang lebih baik, sedangkan metode Normalisasi Warna memiliki penggerombolan kelas obyek yang lebih baik.

ABSTRACT

Recently, Radar plays an important role as one of data sources for earth surface monitoring. There are many applications have been tested and implemented in daily use such as radar weather system. Most tropical areas are highly affected by climate, particularly covered by cloud. This situation leads to less utilization of most optical remote sensing platforms. Cloud and haze are main contributors to lost information of monitored land condition.

This paper present test results of several multiresolution data integration methods of Landsat TM and Radarsat. The methods include Color Normalization, IHS, HSV and HLS.

Overall results show IHS transformation has better visualization. Meanwhile, Color Normalization produce better class in clustering.

PENDAHULUAN

Hutan bakau merupakan suatu ekosistem hutan yang tahan terhadap kadar garam di daerah pasang surut di sepanjang garis pantai. Bakau merupakan vegetasi pantai yang mempunyai karakteristik khusus sedemikian rupa sehingga mampu bertahan hidup di lingkungan marin dan teristris. Vegetasi bakau memiliki mekanisme biologi untuk menyesuaikan diri dengan fluktuasi lingkungan harian seperti temperatur, kadar garam dan periode genangan.

Bakau mempunyai fungsi penting dalam ekosistem pantai yaitu sebagai: 1) pelindung lahan dari erosi ombak dan angin; 2) sumber bahan organik sehingga dapat menjadi komponen rantai makanan bagi ikan dan udang; 3) daerah perlindungan bagi hewan yang hidup di dalamnya seperti burung dan kelelawar.

Penginderaan jauh adalah gabungan ilmu, teknik dan seni dalam memperoleh informasi tentang suatu obyek, area atau fenomena melalui analisis data yang direkam oleh suatu alat yang tidak kontak langsung dengan obyek yang diamati. Data yang dihasilkan oleh sistem penginderaan jauh berupa kenampakan permukaan bumi pada saat direkam oleh sensor, baik dalam bentuk analog (hard copy) atau digital (numerik). Dalam penelitian ini, bentuk digital yang digunakan karena dapat dianalisis dengan komputer.

Citra Radar merupakan sistem penginderaan jauh aktif yang memiliki sumber energi sendiri dalam proses pencitraannya. Dengan demikian, secara umum sistem radar mampu menghasilkan produk yang diharapkan dalam berbagai kondisi cuaca. Teknologi sistem radar yang berkembang cukup pesat pada akhir dekade ini yaitu menghasilkan citra resolusi tinggi (6,25x6,25) meter yang diperoleh dari sistem pencitraan sintetik (SAR, Synthetic Aperture Radar), sehingga memberikan kenampakan yang cukup detail. Kekurangan citra radar dalam aplikasinya yang sangat terasa adalah hanya memiliki kanal tunggal. Hal ini mengakibatkan tampilan permukaan bumi pada citra Radar hanya hitam-putih (tidak berwarna). Walaupun pada saat ini ada beberapa *platform* radar yang berkanal jamak, akan tetapi *platform* ini masih terbatas penggunaannya (eksperimental). Berbeda dengan sistem radar, citra Landsat TM merupakan produk yang mapan dan mengguna kanal jamak, hal ini yang menyebabkan tampilan permukaan bumi pada citra Landsat TM menjadi berwarna, sehingga identifikasi obyek relatif lebih mudah, walaupun resolusi spasial di bawah Radar (30x30) meter. Tampilan

permukaan bumi pada citra berwarna relatif lebih mudah di bandingkan pada citra hitam putih, terutama dalam hal identifikasi obyek secara visual.

Untuk tujuan identifikasi vegetasi (dalam hal ini bakau), diperlukan tampilan visual yang baik (obyek mudah dibedakan) dengan tingkat kedetilan yang tinggi (bila memungkinkan). Secara umum, citra Radar memberikan tampilan visual yang kurang bagus (karena memiliki kanal tunggal), walaupun memiliki resolusi spasial yang tinggi (6,25x6,25) meter dan tidak terpengaruh oleh hambatan atmosfer (misalnya awan atau haze). Sedang citra Landsat memiliki tampilan visual yang cukup bagus (karena memiliki kanal jamak), namun memiliki resolusi di bawah citra Radar (30x30) meter dan sangat terpengaruh oleh kondisi atmosfer.

Untuk menjembatani kelemahan dan keunggulan kedua sistem pencitraan tersebut, perlu dikembangkan metode penggabungan informasi dengan harapan kelemahan-kelemahan tersebut dapat dikurangi.

Fusi atau penggabungan citra multi resolusi merupakan salah satu alternatif untuk menjembatani kelemahan dan kelebihan dari citra Radar dan optik, terutama untuk analisis visual. Harris et. al. (1990) menyatakan bahwa teknik untuk mengkombinasikan data dapat didekati dengan dua pendekatan yaitu pendekatan tranformasi statistik/aritmatik dan transformasi tampilan visual. Transformasi statistik/aritmatik seperti Principle Component Analysis (PCA), yang merupakan teknik untuk mengkombinasikan data multivariabel, tetapi hasilnya (false colour composite images) sering sulit untuk diinterpretasi baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Transformasi tampilan visual seperti transformasi IHS (Intensity, Hue, Saturation) umumnya digunakan untuk menghasilkan tampilan yang lebih efektif, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan dua himpunan citra yang direkam pada waktu yang hampir bersamaan yaitu bulan Agustus 1997. Data citra Radarsat direkam pada *mode* Fine 2 dalam bentuk Path Image (SGF) dengan system penyimpanan (*sample bits*) sebesar 16 bit. Data Radarsat diperoleh dari *grant* Canadian Space Agency melalui penelitian Application Development and Research Opportunity (ADRO) 630.

Untuk lebih memahami karakteristik dasar metode analisis multiresolusi yang digunakan, penelitian ini tidak mengaplikasikan filter spekel. Pada penelitian ini diimplementasikan algoritme-algoritme analisis multiresolusi yang umum dikembangkan seperti Normalisasi Warna dan Transformasi IHS. Untuk memperkaya pengetahuan akan sifat-sifat citra hasil olahan transformasi berbasis ruang warna (*color space*), maka penelitian ini juga mengimplementasikan algoritme lain yaitu HLS dan HSV. Analisis efektivitas metode multiresolusi menggunakan analisis visual mengingat perkembangan analisis tekstur yang masih relatif baru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai penyeimbang (kontrol) dalam penelitian ini digunakan tampilan citra komposit Landsat TM dengan kombinasi yang sering digunakan untuk mendeteksi mangrove yaitu kombinasi 452 dan citra asli Radarsat seperti tersaji dalam gambar 1.

Transformasi Normalisasi Warna

Transformasi Normalisasi warna menggunakan sebuah persamaan matematika dari sebuah citra komposit dan sebuah citra beresolusi tinggi untuk menajamkan citra komposit yang memiliki resolusi spasial yang lebih rendah. Algoritme transformasi akan mengalikan setiap band dari citra komposit dengan sebuah nilai rasio dari data resolusi tinggi dibagi dengan jumlah kanal yang digunakan dalam citra komposit. Himpunan data yang diperoleh ditransformasikan kembali ke sistem RGB untuk ditayangkan. Transformasi ini memiliki persamaan sebagai berikut (Vrabel, 1996):

$$CN_i = \frac{(MSI_i + 1.0) * (PAN + 1.0) * 3.0}{\sum_i MSI_i + 3.0} - 1.0$$

dimana MSI_i merupakan citra multispektral dan PAN menunjukkan citra pankromatik/radar yang digunakan.. Tambahkan nilai kecil merupakan varian dari persamaan asli yang akan menghindari terjadinya masalah komputasi yaitu pembagian oleh nol.

Hasil yang ditunjukkan gambar 2 menunjukkan bahwa secara keseluruhan, citra hasil transformasi ini memiliki kekontrasan yang lebih rendah. Namun demikian kekuatan derau (*noise*) citra Radarsat (spekel) sangat jauh berkurang. Selain itu karakteristik gerombol dari obyek-obyek lebih memusat yang akan berdampak relatif baik bila dilakukan pengkelasan yang memperhatikan aspek tekstur.

Transformasi Intensity-Hue-Saturation

Prinsip dasar transformasi berbasis ruang warna (*color space*) adalah tersedianya berbagai pendekatan atau representasi dalam menentukan sebuah warna. Transformasi ini akan mengubah data yang dimasukkan ke dalam kanal merah, hijau dan biru ke dalam ruang warna *intensity*, *hue* dan *saturation*. Data yang memiliki resolusi yang lebih tinggi baru diaplikasikan setelah berada dalam ruang warna ini. Setelah integrasi data selesai dilakukan, konversi balik ke ruang RGB dilakukan. Secara matematis, transformasi ini dapat dinyatakan dalam persamaan berikut (Shih, 1995):

Transformasi Maju (*Forward Transformation*) :

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)}[\min(R, G, B)]$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$

Catatan: Hue tak terdefinisikan bila $S = 0$ dan S tidak terdefinisikan bila $I = 0$.

Transformasi Mundur (*Backward Transformation*) :

Jika

$$0 < H \leq \frac{2\pi}{3}$$

Maka

$$B = I(1 - S)$$

$$R = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(1/3\pi - H)} \right]$$

$$G = 3I - (R + B)$$

$$\frac{2\pi}{3} < H \leq \frac{4\pi}{3}$$

$$R = I(1 - S)$$

$$G = I \left[1 + \frac{S \cos \left(H - \frac{2\pi}{3} \right)}{\cos(\pi - H)} \right]$$

$$B = 3I - (R + G)$$

$$\frac{4\pi}{3} < H \leq 2\pi$$

$$G = 3I(1 - S)$$

$$B = I \left[1 + \frac{S \cos(H - \frac{4\pi}{3})}{\cos(\frac{5\pi}{3} - H)} \right]$$

$$R = 3I - (G + B)$$

Kenampakan citra hasil transformasi IHS terlihat lebih kontras dan memiliki unsur kecerahan yang lebih baik dibandingkan dengan transformasi Normalisasi Warna. Namun demikian, seperti terlihat pada gambar 2, tekstur masih dominan sehingga menyebabkan gambaran gerombol masing-masing obyek lebih menyebar dan relatif lebih bertumpang tindih.

Transformasi Hue-Lightness-Saturation

Analisis HLS mengacu pada transformasi yang dikembangkan oleh Levkowitz dan Hermann yang memiliki persamaan sebagai berikut (Shih, 1995) :

$$L = \frac{\max(R, G, B) + \min(R, G, B)}{2}$$

$$S = \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{\max(R, G, B) + \min(R, G, B)}; L \leq 0.5$$

$$S = \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{2 - \max(R, G, B) - \min(R, G, B)}; L > 0.5$$

$$H = \frac{(G - B)}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}; R = \max(R, G, B)$$

$$H = 2 + \frac{(B - R)}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}; G = \max(R, G, B)$$

$$H = 4 + \frac{(R - G)}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}; B = \max(R, G, B)$$

Transformasi Hue-Saturation-Value

Analisis HSV mengacu pada transformasi yang dikembangkan oleh Raines yang memiliki persamaan sebagai berikut (Shih, 1995) :

Transformasi Maju :

$$\begin{bmatrix} V \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{3} & \frac{\sqrt{3}}{3} & \frac{\sqrt{3}}{3} \\ -\frac{\sqrt{6}}{6} & -\frac{\sqrt{6}}{6} & \frac{\sqrt{6}}{3} \\ -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$S = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

Transformasi Mundur :

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{3} & -\frac{\sqrt{6}}{6} & -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{3} & -\frac{\sqrt{6}}{6} & \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{3} & \frac{\sqrt{6}}{3} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

$$V_1 = S \cos(H)$$

$$V_2 = S \sin(H)$$

Pada kedua transformasi terakhir, citra Radarsat dicoba diaplikasikan pada tiga keadaan yang berbeda yang masing-masing mengganti setiap komponen ruang warna yang ada. Percobaan ini menghasilkan tiga citra yang berbeda. Pada ruang warna HLS, komposisi yang diperoleh adalah:

- Citra HLRad; dimana citra Radarsat menggantikan data yang terletak pada kanal S
- Citra HRadS; dimana citra Radarsat menggantikan data yang terletak pada kanal L
- Citra RadLS; dimana citra Radarsat menggantikan data yang terletak pada kanal H

Kondisi yang sama didapatkan pada ruang warna HSV. Keseluruhan hasil disajikan pada gambar 3.

Suatu hasil yang menarik untuk dikaji lebih lanjut dari hasil transformasi ini adalah pada penggantian Hue oleh citra Radarsat baik pada ruang HLS maupun HSV. Kedua citra hasil memiliki kenampakan visual yang sama. Ciri menarik lain adalah penayangan yang menyerupai pewarnaan alami (*natural color*) dimana tingkat kehijauan yang tinggi berkorelasi dengan ekosistem bakau yang memiliki densitas yang tinggi. Temuan lain yang

menarik adalah ditonjolkannya pendangkalan atau sedimentasi pada sungai yang ditunjukkan dengan warna kecoklatan.

KESIMPULAN

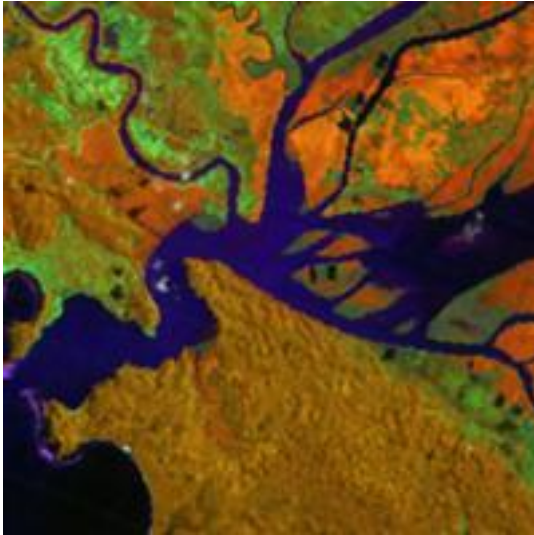
Uji coba yang dilakukan penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Landsat TM dan Radarsat memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan aplikasi tunggal masing-masing sensor. Keunggulan-keunggulan tersebut antara lain :

- Ketelitian satuan unit analisis dapat ditingkatkan mengingat Radarsat memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi.
- Kemudahan analisis visual meningkat dengan terintegrasinya data Landsat TM dalam unit piksel Radarsat.
- Transformasi Normalisasi Warna berguna untuk memperoleh pengelompokan obyek yang relatif lebih memusat/terkelompok dengan baik. Transformasi ini juga mampu meredam tingginya amplitudo tekstur. Namun demikian, mengingat keberadaan tekstur masih cukup dominan, proses klasifikasi citra normalisasi seharusnya dilakukan dengan mempertimbangkan keberadaan tekstur.
- Transformasi IHS berguna untuk analisis visual yang lebih menekankan pada pengenalan atau pendelineasian obyek secara manual yang lebih bertumpu pada pemisahan warna dan tekstur yang kuat.
- Transformasi HLS dan HSV memiliki kelebihan dalam penetapan tingkat atau konsentrasi kehijauan pada citra. Beberapa efek yang patut diperhatikan juga adalah kemampuan menonjolkan fenomena lain, dalam hal ini pendangkalan/sedimentasi.

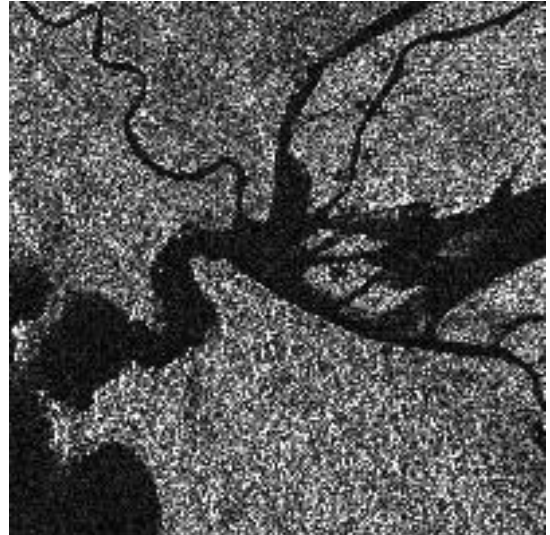
DAFTAR PUSTAKA

- Harris, J.R., R. Murray and T. Hirose. 1990. IHS Transform for the Integration of Radar Imagery with other Remotely Sensed Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 56:12. pp. 1631-1641.
- Shih, T-Y. 1995. Reversibility of Six Geometric Color Spaces. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 61:10. pp. 1223-1232.
- Vrabel, J. 1996. Multispectral Imagery Band Sharpening Study. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 62:9. pp. 1075-1083

Gambar 1. Citra Asal

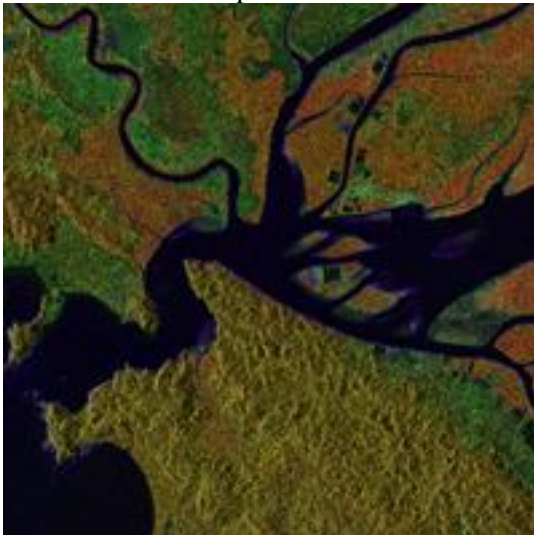


Landsat TM RGB 452



Radarsat

Gambar 2. Citra Komposit Hasil Transformasi Standar



CN

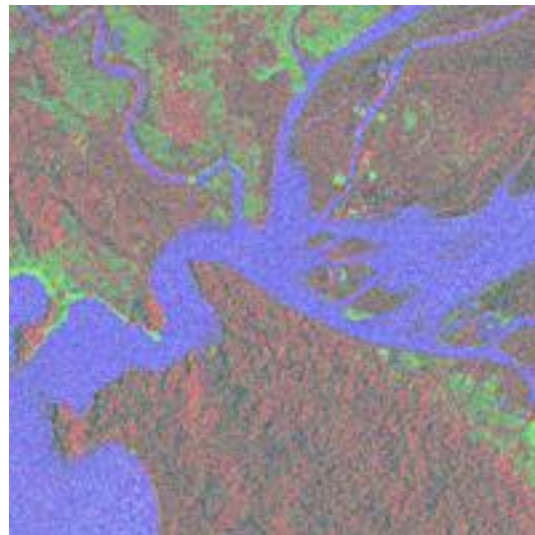


IHS

Gambar 3. Transformasi HLS dan HSV



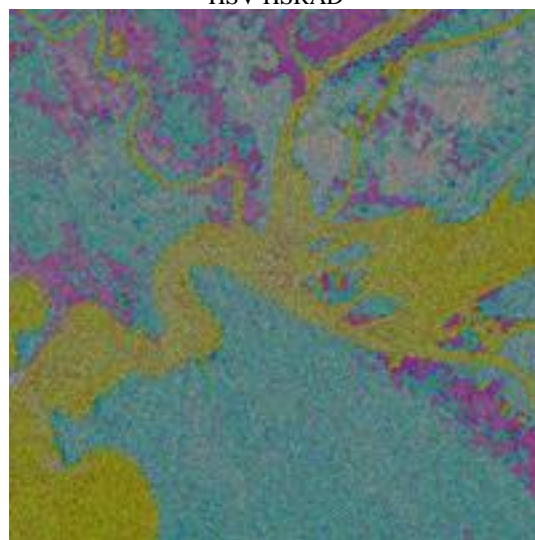
HLS HLRAD



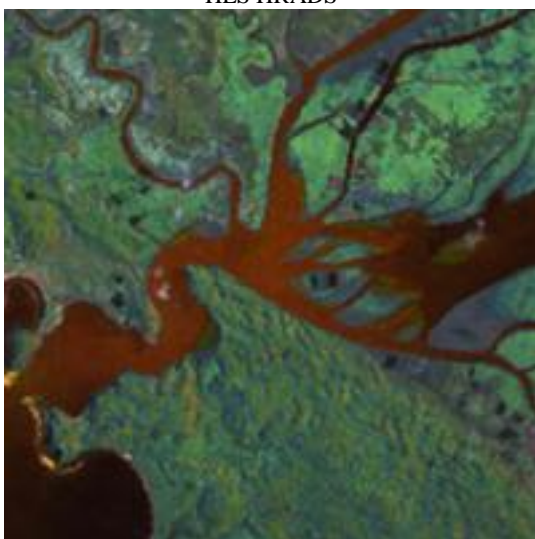
HSV HSRAD



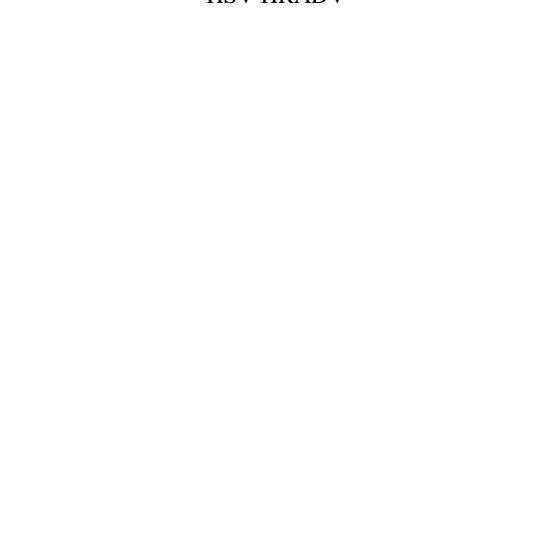
HLS HRADS



HSV HRADV



HLS RADLS



HSV RADSV