

OPTIMALISASI ALGORITMA GREEDY DALAM PENYUSUNAN JADWAL PELAJARAN PADA SMK NURUL ISLAM CIANJUR

Ela Siti Laela, Windu Gata, Jajang Jaya Purnama

Magister Ilmu Komputer, Teknik Informatika, STMIK Nusa Mandiri

Email 14002448@nusamandiri.ac.id, windu@nusamandiri.ac.id,

jajang.jjp@nusamandiri.ac.idmail@e-mail.com

Abstrak

Algoritma greedy merupakan algoritma yang bersifat heuristik dan urutan logisnya disusun berdasarkan langkah-langkah penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis. Dalam penelitian ini algoritma greedy digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan ruangan kelas yang ada di SMK Nurul Islam Cianjur. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah algoritma greedy dapat mengoptimalkan pembuatan Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran di SMK Nurul Islam Cianjur dalam mengetahui jumlah ruangan kelas yang kosong setelah digunakannya algoritma, dan mengetahui apakah metode menggunakan algoritma greedy lebih baik dari pada sistem manual. Data yang digunakan adalah jadwal mata kuliah tahun ajaran 2018/2019 ganjil genap, dan 2017/2018 ganjil. Hasil akhir pembuatan sistem berupa suatu jadwal pelajaran yang dapat dilihat ruangan kosong yang ada dan durasi kosongnya ruangan tersebut. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan banyaknya ruangan kosong hasil dari sistem yang menggunakan algoritma greedy dengan sistem manual. Berdasarkan data jadwal pelajaran yang diinput ke dalam sistem ditunjukkan bahwa algoritma greedy memiliki ruangan kosong lebih banyak, hal itu menunjukkan bahwa algoritma greedy mampu mengoptimalkan ruangan pada penjadwalanpelajaran di SMK Nurul Islam Cianjur secara baik.

Kata Kunci: Algoritma Greedy, Penjadwalan, Optimalisasi Ruangan.

Abstract

The greedy algorithm is an algorithm that is heuristic and its logical sequence is arranged based on systematic problem solving steps. In this study, the Greedy algorithm is used to optimize the use of classrooms at SMK Nurul Islam Cianjur. The purpose of this research is to find out whether the Greedy algorithm can optimize the creation of the Subject Scheduling System at SMK Nurul Islam Cianjur in knowing the number of empty classrooms after using the algorithm, and to find out whether the method using the Greedy algorithm is better than the manual system. The data used is the course schedule for the academic year 2018/2019 odd even, and 2017/2018 odd. The final result of making the system is in the form of a

How to cite:	Laela, Ela siti et al., (2022) Optimalisasi Algoritma Greedy dalam Penyusunan Jadwal Pelajaran pada SMK Nurul Islam Cianjur, <i>Syntax Literate : Jurnal Ilmiah Indonesia</i> (7)12, http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i12.10910
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

lesson schedule that can be seen by the available empty space and the duration of the empty room. Testing is done by comparing the number of empty rooms resulting from a system that uses the Greedy algorithm with a manual system. Based on the lesson schedule data that is inputted into the system, it is shown that the greedy algorithm has more free space, it shows that the greedy algorithm is able to optimize the space in lesson scheduling at SMK Nurul Islam Cianjur well.

Keywords: *Greedy Algorithm, Scheduling, Room Optimization.*

Pendahuluan

Menciptakan suatu jadwal pelajaran yang optimal cukup sulit dikarenakan banyak variabel yang saling terkait sehingga membutuhkan suatu penanganan yang signifikan (Sitinjak, 2018). Penjadwalan pelajaran merupakan pengaturan penempatan waktu, kelas (kelas siswa), guru, ruangan kelas. Sistem Penjadwalan dikatakan baik apabila dapat memberikan solusi terhadap faktor-faktor tertentu, seperti guru tidak boleh mengajar banyak kelas dalam satu waktu, ruangan tidak boleh diisi oleh banyak mata pelajaran dalam satu waktu, dan kelas tidak boleh mengikuti banyak mata pelajaran dalam satu waktu (Mustari, 2022).

Dalam penjadwalan pelajaran di **SMK Nurul Islam Cianjur** yang ada saat ini banyak guru yang tidak mendapatkan ruangan untuk jam pengganti. Penyusunan jadwal bisa memakan waktu berminggu-minggu dengan minimal pengerjaannya sampai dengan 4 minggu. Dibutuhkan ketelitian yang tinggi karena harus memperhatikan banyak variabel agar jadwal tidak bentrok. Siswa tidak memiliki ruangan kosong untuk belajar di luar jam pelajaran

Cara manual yang dilakukan saat ini juga memungkinkan terjadinya kesalahan dengan intensitas yang cukup banyak. Ketersediaan ruangan yang sedikit, penjadwalan yang berubah-ubah di awal semester merupakan isu-isu yang perlu diperhatikan dalam penjadwalan pelajaran di SMK Nurul Islam Cianjur. Dalam penelitian ini akan diuji seberapa optimal pemanfaatan ruangan menggunakan algoritma greedy dalam penerapannya ke jadwal pelajaran di SMK Nurul Islam Cianjur. Sehingga diharapkan dapat menjadi referensi dalam meminimalisir isu-isu penjadwalan di SMK Nurul Islam Cianjur

A. Algoritma Greedy

“Algoritma adalah urutan logis langkah- langkah penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis” (Hasibuan, 2022). Awalnya kata algoritma merupakan istilah yang merujuk kepada aturan-aturan aritmetis untuk menyelesaikan persoalan dengan menggunakan bilangan numerik Arab, namun pada abad ke-18 istilah ini telah berkembang sehingga makna algoritma menjadi lebih luas lagi menjadi suatu urutan langkah atau prosedur yang jelas dan diperlukan untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Kata algoritma berasal dari latinisasi nama seorang ahli matematika dari Uzbekistan Al Khawārizmi (hidup sekitar abad ke-9), sebagaimana tercantum pada

terjemahan karyanya lam bahasa latin dari abad ke-12 "Algorithmi de numero Indorum" (Sulasmoro, 2022). Algoritma Greedy merupakan metode yang paling populer dalam memecahkan persoalan optimasi. Hanya ada dua macam persoalan optimasi, yaitu maksimasi dan minimasi. Pada penelitian ini, algoritma greedy yang digunakan menerapkan pendekatan maksimasi. Algoritma Greedy adalah algoritma yang memecahkan masalah langkah per langkah. Pada setiap langkah terdapat banyak pilihan yang perlu dieksplorasi. Persoalan optimalisasi dalam konteks algoritma greedy disusun oleh elemen-elemen sebagai berikut (Subakti & Gata, 2021):

1. Himpunan Kandidat, C .

Himpunan ini berisi elemen-elemen pembentuk solusi. Pada setiap langkah, satu buah kandidat diambil dari himpunannya (Darnita & Toyib, 2019).

2. Himpunan Solusi, S .

Himpunan ini berisi kandidat-kandidat yang terpilih sebagai solusi persoalan. Dengan kata lain, himpunan solusi adalah himpunan bagian dari himpunan kandidat (Sunandar & Pristiwanto, 2019).

3. Fungsi Seleksi (*Selection Function*)

Fungsi ini dinyatakan dengan predikat seleksi. Merupakan fungsi yang pada setiap langkah memilih kandidat yang paling memungkinkan mencapai solusi optimal. Kandidat yang sudah dipilih pada suatu langkah tidak pernah dipertimbangkan lagi pada langkah selanjutnya (Yunata & Widayati, 2020).

4. Fungsi Kelayakan (*Feasible*)

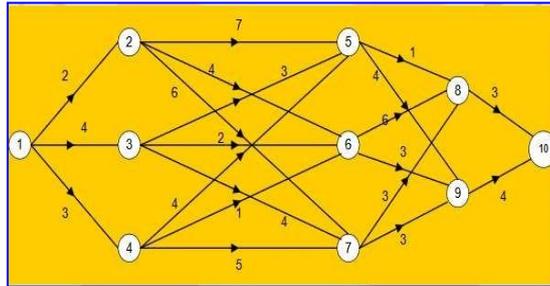
Fungsi ini dinyatakan dengan predikat layak. Fungsi kelayakan ini merupakan fungsi yang memeriksa apakah suatu kandidat yang telah dipilih dapat memberikan solusi yang layak, yakni kandidat tersebut bersama-sama dengan himpunan solusi yang sudah terbentuk tidak melanggar batasan/aturan (*constraints*) yang ada. Kandidat yang layak dimasukkan ke dalam himpunan solusi, sedangkan yang tidak layak dibuang dan tidak pernah dipertimbangkan lagi (Darnita & Toyib, 2019).

5. Fungsi Obyektif

Fungsi obyektif ini merupakan sebuah fungsi yang memaksimalkan atau meminimumkan nilai solusi. Dengan kata lain, algoritma greedy melibatkan pencarian sebuah himpunan bagian, S , dari himpunan kandidat, C yang dalam hal ini, S harus memenuhi beberapa kriteria yang ditentukan, yaitu menyatakan suatu solusi dan S dioptimasi oleh fungsi obyektif (Sunandar & Pristiwanto, 2019). Ada kalanya solusi optimum global yang diperoleh dari algoritma greedy yang diharapkan sebagai solusi optimum dari persoalan, belum tentu merupakan solusi optimum (terbaik), tetapi solusi sub-optimum atau pseudo-optimum. Hal ini dikarenakan algoritma greedy tidak beroperasi secara menyeluruh terhadap semua alternatif solusi yang ada dan terdapat beberapa fungsi seleksi yang berbeda, yaitu jika fungsi seleksi tidak identik dengan fungsi obyektif karena fungsi seleksi biasanya didasarkan pada fungsi obyektif. Sehingga harus dipilih fungsi yang tepat jika menginginkan algoritma menghasilkan solusi optimal atau nilai yang optimum. Jadi, pada sebagian masalah algoritma greedy tidak selalu berhasil memberikan solusi yang benar-benar optimum, tetapi algoritma

greedy pasti memberikan solusi yang mendekati (*approximation*) nilai optimum (Fahmi, 2022).

Menurut Angga & Munir jika jawaban terbaik mutlak tidak diperlukan, maka algoritma greedy sering berguna untuk menghasilkan solusi cukup baik (*approximation*), daripada menggunakan algoritma yang lebih rumit untuk menghasilkan solusi yang terbaik (Ramadhani, 2022). Bila algoritma greedy optimum, maka keoptimalannya itu dapat dibuktikan secara matematis.



Gambar 1. Contoh Skema Algoritma Greedy

B. Penjadwalan

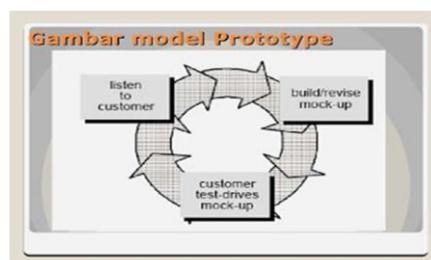
Baker menyatakan bahwa pengertian penjadwalan adalah kegiatan pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu (Rachman, Watunglawar, Amperajaya, Adnan, & Sriwana, 2022).

C. JQuery

JQuery adalah library atau kumpulan kode JavaScript siap pakai. Keunggulan menggunakan JQuery dibandingkan dengan JavaScript standar, yaitu menyederhanakan kode JavaScript dengan cara memanggil fungsi-fungsi yang disediakan oleh JQuery (Venata, 2022).

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode *prototyping*. Hal ini dikarenakan penggunaan *prototyping* dalam pembuatan sebuah sistem menjadikan pengembangan lebih dekat dengan *user* (Hamidy, Surahman, & Famelia, 2022). Metode ini memiliki beberapa tahapan diantaranya adalah seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode *Prototyping*

A. Requirements and definition

Pada tahap ini, peneliti melakukan beberapa hal untuk mengetahui kebutuhan dari sistem yang dibangun. Adapun tahapannya adalah :

1. Wawancara dilakukan untuk mengumpulkan semua informasi sebagai bahan untuk melakukan penelitian kepada ketua Program Studi Teknik Informatika
2. Menganalisa permasalahan apa yang akan dicari penyelesaiannya.
3. Mencari data-data, mempelajari jurnal-jurnal, artikel, atau buku dan sumber informasi dari internet yang digunakan sebagai bahan referensi sebelum memecahkan permasalahan yang dihadapi.
4. Menganalisa alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penyelesaian masalah.

B. System and software design

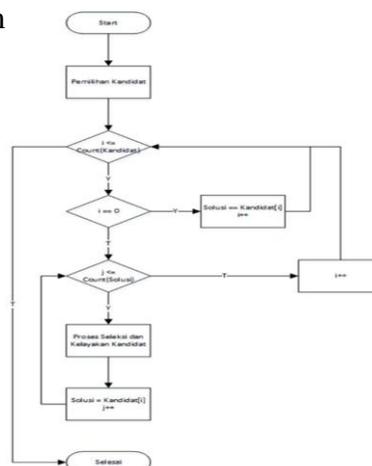
Pada tahap ini, dibuat perancangan dari sistem:

1. Cara kerja sistem secara keseluruhan didesain menggunakan notasi diagram flow chart dan data flow diagram. Diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.
2. Anggota himpunan kandidat merupakan suatu array yang terdiri dari data dosen, mata kuliah, ruangan, jumlah jam, dan kelas.
3. Fungsi seleksi yang mengecek apakah pasangan data yang didapat dari himpunan kandidat dapat dinyatakan sebagai bagian dari solusi. Pada fungsi ini dimasukkan sejumlah aturan yang dimiliki organisasi SMK NURUL ISLAM CIANJUR dalam menyusun jadwal, seperti aturan pasangan data yang dinyatakan bentrok, aturan jumlah jam maksimal dosen mengajar, dll
4. Fungsi Objektif yang digunakan pada penelitian ini bertujuan menentukan mana solusi paling baik, dari sekumpulan solusi yang ada.

C. Implementation and Unit Testing

Pada tahap ini, semua yang telah dirancang akan diimplementasikan sesuai hasil rancangan. Berikut adalah tahapannya:

1. Melakukan implementasi dan pembangunan sistem sebagai penyelesaian masalah, dengan membuat sistem penjadwalan dengan algoritma greedy.
2. Uji coba dengan melakukan perbandingan jumlah ruangan kosong pada sistem manual dengan sistem yang menggunakan algoritma greedy.



Gambar 3. Flowchart Penjadwalan

D. System Testing

Pada tahap ini, metode pengujian memanfaatkan data riil dari SMK NURUL ISLAM CIANJUR dengan data pada Tabel 1. Pengujian dilakukan dengan menggunakan browser Google Chrome dan Microsoft Excel atau Adobe Reader. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengamatan di kedua alat ini. Metode pengujian ini menggunakan sebuah tabel yang memiliki 2 kolom utama, kolom yang pertama merupakan metode lama yang sudah diterapkan, sementara kolom kedua merupakan metode yang menggunakan algoritma greedy. Pengujian ini menghitung berapa waktu kosong yang dimiliki oleh setiap ruangan dari jadwal pelajaran yang terbentuk oleh sistem, dimana waktu kosong tersebut dihitung perhari dalam sepekan.

Tabel 1 Data Riil Dari Smk Nurul Islam Cianjur

No	Data	Jumlah
1	Ruangan	27
2	Mata Pelajaran	214
3	Kelas	52
4	Guru	47
5	Kurikulum	484

Langkah pertama pengujian adalah memastikan data yang diterapkan pada metode lama yang digunakan oleh SMK NURUL ISLAM CIANJUR adalah berdasarkan per ruangan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam proses perbandingan.

Langkah kedua adalah mulai meng-input data dosen, mata kuliah, kelas, ruangan, dan kurikulum berdasarkan jadwal manual SMK NURUL ISLAM CIANJUR.

Langkah ketiga adalah mulai membandingkan setiap ruangan setiap harinya antara metode lama yang digunakan oleh SMK NURUL ISLAM CIANJUR dengan sistem yang telah dibuat dengan metode algoritma greedy pada modul penjadwalan.

Langkah keempat adalah menyimpulkan setiap ruangan dengan perhitungan persentase ruangan kosong dengan rumus (1).

Langkah kelima adalah menyimpulkan keseluruhan dari setiap kesimpulan per-ruangan dan dengan rumus (2).

$$\frac{(\text{total jam per hari})}{14} \times 100\% \quad (1)$$

$\frac{(\text{presentase ruangan kosong tiap ruangan})}{\text{banyaknya ruangan}} \times 100\% \quad (2)$

Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengujian dilihat dari banyaknya ruang kosong per harinya pada jadwal real dan jadwal hasil algoritma greedy. Karena hal ini dapat menjadi tolak ukur penilaian seberapa solutif kedua jadwal dalam pengoptimalisasian ruangan. Semakin banyak ruangan kosong pada hari tersebut, semakin solutif jadwal tersebut.

Berdasarkan tabel 2 ditunjukkan bahwa sistem menggunakan algoritma greedy memiliki ruang kosong lebih banyak dibandingkan penjadwalan menggunakan teknik manual yang terlihat hampir semua ruangan terisi setiap harinya. Hal ini berarti bahwa penjadwalan menggunakan algoritma greedy telah berhasil untuk mengoptimasi penggunaan ruangan.

Dari data hasil pengujian pada tabel 2 dapat dilihat bahwa jadwal yang dibuat menggunakan metode algoritma greedy lebih solutif dalam hal pengoptimalisasian ruangan ketimbang jadwal real, dapat dilihat dari data keseluruhan. Jumlah ruangan kosong pada algoritma greedy jauh lebih banyak, ini terjadi karena penumpukan jadwal pada awal- awal ruangan, sehingga membuat ruangan lain tidak kebagian jadwal dan menghasilkan ruangan kosong yang dapat dimanfaatkan. Hal itu terjadi karena algoritma greedy akan melihat kandidat terbaik pada saat itu dan setiap penyusunan kandidat akan mempengaruhi ruangan mana yang akan terisi lebih awal.

Tabel 2 Hasil Pengujian

Tahun Ajaran	Semester	Hari	Ruangan Kosong dengan Metode Manual		Ruangan Kosong dengan Metode Greedy	
			Persentase	Jumlah	Persentase	Jumlah
2018/ 2019	Genap	Senin	14,81%	4	74,07%	20
		Selasa	18,52%	5	74,07%	20
		Rabu	14,81%	4	74,07%	20
		Kamis	11,11%	3	77,78%	21
		Jum'at	18,52%	5	81,48%	22
		Sabtu	77,78%	21	77,78%	21
2018/ 2019	Ganjil	Senin	22,22%	6	81,48%	22
		Selasa	22,22%	6	81,48%	22
		Rabu	25,93%	7	81,48%	22

Optimalisasi Algoritma Greedy dalam Penyusunan Jadwal
Pelajaran pada SMK Nurul Islam Cianjur

2019		Kamis	37,04%	10	81,48%	22
		Jum'at	59,26%	16	81,48%	22
		Sabtu	96,30%	26	85,19%	23
		Senin	22,22%	6	74,07%	20
		Selasa	22,22%	6	77,78%	21
2017/ 2018		Rabu	22,22%	6	77,78%	21
	Ganjil	Kamis	25,93%	7	77,78%	21
		Jum'at	29,63%	8	77,78%	21
		Sabtu	92,59%	25	81,48%	22

Berbeda dengan jadwal riil dengan metode manual yang digunakan oleh SMK Nurul Islam Cianjur, data cenderung rata per harinya. Ruangan kosong hanya terlihat di hari Sabtu sehingga akan membuat masalah- masalah seperti dosen tidak kebagian ruangan di jam pengganti atau mahasiswa tidak memiliki ruangan untuk belajar diluar jam kuliah. Jika dilihat ruangan kosong di jadwal riil bisa mencapai lebih dari 50%, itu karena dalam 1 hari total jam aktif adalah 14 jam tetapi pada kenyataannya jadwal riil aktif hanya 6-12 jam per harinya dan menimbulkan ruangan kosong di sisa jam ditambah ruangan lain yang benar-benar tidak terpakai di hari itu.

Kesimpulan

Berdasarkan pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penerapan algoritma greedy terhadap sistem penjadwalan mata kuliah pada SMK Nurul Islam Cianjur mampu mengatasi optimasi ruangan dilihat dari banyaknya ruangan yang kosong. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil tahap pengujian yang menunjukkan bahwa pada algoritma greedy setiap ruangan yang pertama kali dilalui oleh proses algoritma akan dimasukkan oleh kurikulum yang tersedia saat itu sampai batas maksimum total jam per ruangan, yaitu 14 jam. Hal tersebut mengakibatkan banyak ruangan lain kosong. Ini berarti menunjukkan bahwa SMK Nurul Islam Cianjur tidak perlu menambahkan ruangan lagi karena ruangan yang tersedia saat ini sudah lebih dari cukup apabila SMK Nurul Islam Cianjur menerapkan algoritma greedy pada sistem penjadwalannya. Lebih jauh dari itu, ruangan-ruangan yang kosong bisa dimanfaatkan untuk keperluan lain seperti tempat belajar ataupun lab. Selain itu dengan algoritma greedy pembuatan jadwal akan lebih cepat sekitar 1 menit, banyaknya hari libur akibat teroptimisasinya jadwal pada hari-hari awal di setiap kelas dan meminimalisir kesalahan- kesalahan seperti bentrok jadwal pelajaran.

Hal yang perlu diperhatikan lainnya adalah selain memberikan hasil positif, namun algoritma ini dalam penerapannya ke penjadwalan mata kuliah bersifat tidak humanis karena beberapa kejanggalan akan ditemukan dalam pengujian, yaitu adanya guru yang mengajar dari pagi sampai sore, guru wanita mengajar pada sore hari, dikatakan tidak humanis karena kebanyakan dari guru wanita tidak menginginkan hal

Ela Siti Laela, Windu Gata, Jajang Jaya Purnama

ini, tidak adanya jeda waktu untuk istirahat, serta siswa dituntut untuk mengikuti pelajaran dari pagi sampai sore.

BIBLIOGRAFI

Darnita, Yulia, & Toyib, Rozali. (2019). Penerapan Algoritma Greedy Dalam Pencarian Jalur Terpendek Pada Instansi-Instansi Penting Di Kota Argamakmur Kabupaten

- Bengkulu Utara. *Jurnal Media Infotama*, 15(2).
- Fahmi, Anisah Nuril. (2022). *Sistem penjadwalan ujian skripsi menggunakan algoritma Greedy*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Hamidy, Fikri, Surahman, Ade, & Famelia, Revi Hikmah. (2022). Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Apotek Menggunakan Metode MPKP (FIFO). *Jurnal Tekno Kompak*, 16(2), 188–199.
- Hasibuan, Tyirmyji Tachir. (2022). Penerapan Algoritma Adaptif Dalam Mengenali Wajah Manusia Berdasarkan Penjajaran Minutiae. *Jurnal Ilmu Komputer*, 1(1), 1–7.
- Mustari, Muhamad. (2022). *Administrasi dan manajemen pendidikan sekolah*. Prodi S2 Studi Agama-Agama UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Rachman, Taufiqur, Watunglawar, Darmiolla Natasia, Amperajaya, M.Derajat, Adnan, Septian Rahmat, & Sriwana, Iphov Kumala. (2022). Penentuan Interval Waktu Penggantian dan Perbaikan Komponen Kritis Mesin Bubut Type SS-850 di PT. Hamdan Jaya Makmur Dengan Metode Age Replacement. *Jurnal Metris*, 23(1), 52–62.
- RAMADHANI, SITI DINAR REZKI. (2022). *Optimasi Rute Distribusi Berdasarkan Vehicle Routing Problem Dengan Fuzzy Time Windows*.
- Sitinjak, Kardo. (2018). *Pengaruh Disiplin Belajar, dan Variasi Mengajar Guru Terhadap Prestasi Belajar Ekonomi pada Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Tigalingga. Tahun Pelajaran 2018/2019*.
- Subakti, Hani, & Gata, Windu. (2021). Optimasi Minimum Pola Baju Khas Kain Tenun Sarung Samarinda Menggunakan Algoritma Greedy. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 11(1), 1–6.
- Sulasmoro, Arfan Haqiqi. (2022). *Buku ajar algoritma dan pemrograman I*. Penerbit P4I.
- Sunandar, Hery, & Pristiwanto, Pristiwanto. (2019). Optimalisasi Implementasi Algoritma Greedy dalam Fungsi Penukaran Mata Uang Rupiah. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, 4(2), 193–201.
- Venata, Sendy Andrian. (2022). *Sistem Informasi Penjualan Dan Pembelian Buah Pada Toko Buah Surman Efendi Berbasis Website*. Univeristas Komputer Indonesia.
- Yunata, Ardian, & Widayati, Qoriani. (2020). Penjadwalan Pembuatan Container Portacamp Menggunakan Algoritma Greedy. *Bina Darma Conference on Computer Science (BDCCS)*, 2(1), 183–195.

Copyright holder:

First publication right:
Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

