



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 3 Nomor 3 Tahun 2023 Page 6422-6430

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Rekayasa Nilai Pada Bangunan Auditorium Gedung Penunjang Akademik Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Salodong Makassar

Djamaluddin Karim^{1✉}, Amrinsyah Nasution², Hanafi Ashad³

¹Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia

²Guru Besar Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia

³Dosen Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia

Email : jamaludinkarim@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Penelitian ini merupakan studi penghematan yang bisa mereduksi anggaran biaya pada gedung Auditorium Gedung penunjang Akademik Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar. Metode *Value Engineering* digunakan untuk mendapatkan sistem struktur yang optimum. Rekayasa Nilai yang sistematis dalam menganalisis semua tahapan proses Rekayasa Nilai. Proses Rekayasa Nilai akan dianalisis menggunakan SAP2000 untuk mengukur optimasi kekuatan struktur. Tujuan dari penelitian ini adalah Rekayasa Nilai sebagai kerangka proses optimasi desain; Mengetahui kapasitas dari Desain Kinerja Struktur untuk struktur eksisting; Memodifikasi struktur menggunakan mutu material yang lebih tinggi dengan kontrol Desain Kinerja Struktur berdasarkan tingkat kinerja yang sama dengan eksisting sehingga memiliki dimensi penampang yang optimum. Metodologi penelitian Menggunakan studi literatur dan metode elemen dengan menggunakan analisis SAP2000. Hasil penelitian ini menemukan Proses Rekayasa Nilai yang dapat memberikan sistem kontrol yang baik dalam mengoptimasi suatu siklus proyek, dengan mengoptimalkan elemen struktural dalam tahapan perencanaan yang memberikan potensi penghematan sampai dengan 11.05%.

Kata Kunci : *Rekayasa Nilai, Bangunan Auditorium, Penunjang Akademik Politeknik Ilmu Pelayaran.*

Abstract

This research is a cost-saving study that can reduce the budget for the Auditorium building, the supporting building for the Makassar Polytechnic of Shipping Sciences (PIP). The Value Engineering method is used to obtain the optimum structural system. Systematic Value Engineering in analyzing all stages of the Value Engineering process. The Value Engineering process will be analyzed using SAP2000 to measure the optimization of structural strength. The purpose of this study is Value Engineering as a design optimization process framework; Knowing the capacity of the Structural Performance Design for the existing structure; Modify the structure using a higher quality material with Structural Performance Design control based on the same level of performance as the existing one so that it has optimum cross-sectional dimensions. Research methodology Using literature study and elements method using SAP2000 analysis. The results of this study found that the Value Engineering Process can provide a good control system in optimizing a project cycle, by optimizing structural elements in the planning stages which provide potential savings of up to 11.05%.

Keywords: *Value Engineering, Auditorium Building, Academic Support of the Maritime Sciences Polytechnic.*

PENDAHULUAN

Kinerja sistem struktur bangunan gedung "Auditorium Kampus PIP Makassar" dievaluasi dengan menggunakan analisis *Structural Analysis Program* (SAP) adalah program yang digunakan untuk menganalisis dan mendesain suatu struktur yang berorientasi objek (*Object Oriented Programming*). Penggunaannya cukup sederhana, karena berbasis visual. Namun untuk dapat menggunakan program dengan benar perlu memahami dasar teori program dan opsi-opsi yang dapat digunakan. SAP memiliki kelebihan, terutama dalam perancangan struktur baja dan beton, yakni dapat merancang elemen struktur dengan menggunakan profil baja se-ekonomis mungkin, sehingga dalam penggunaannya tidak perlu menentukan elemen awal dengan profil pilihannya, tetapi cukup dengan memberikan data profil dari database SAP.

Dalam studi ini ditetapkan tujuan khusus yang akan dicapai, yaitu : "Menerapkan Rekayasa Nilai sebagai kerangka proses optimasi desain".

Manfaat yang diambil setelah diadakannya penelitian ini adalah Untuk dapat mengetahui dan mendapat gambaran besaran biaya pembangunan dengan kekuatan struktur tetap aman dan optimum layanan, artinya ada optimalisasi anggaran pembangunan sehingga efisiensi anggaran tercapai. Untuk mengetahui kekuatan struktur yang aman dengan eksekusi SAP. Untuk menjadikan acuan dalam perencanaan alterantif efisiensi namun tetap optimal dalam kekuatan struktur bangunan. Batasan Masalah Penelitian difokuskan pada Review Bill Off Quantity (BOQ) dan di lakukan perbandingan dengan eksekusi SAP 2000v24 untuk melihat optimalisasi anggaran dan quantity (volume fisik) tanpa mengurangi

quality struktur bangunan. Evaluasi kinerja struktur pada kondisi rencana dan existing terhadap bahaya bencana gempa bumi yaitu drift ratio dan level performance bangunan. Studi ini hanya meninjau elemen-elemen struktur tertentu yaitu kolom dan balok. Program yang digunakan untuk analisis struktur adalah SAP2000 v.20. Peraturan yang digunakan untuk menghitung anggaran biaya adalah SNI 7394:2008 Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan. Proses Rekayasa Nilai yang ditinjau adalah pada tahap perencanaan Pembangunan Gedung Auditorium Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Salodong Makassar.

Dalam melakukan studi ini ditetapkan tujuan khusus yang akan dicapai, yaitu : "Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada bangunan Auditorium Gedung Penunjang Akademik Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Salodong Makassar".

Manfaat yang dapat diambil setelah diadakannya penelitian ini adalah Untuk dapat mengetahui dan mendapat gambaran besaran biaya pembangunan dengan kekuatan struktur tetap aman dan optimum, artinya ada optimalisasi anggaran pembangunan sehingga efisiensi anggaran tercapai. Untuk mengetahui kekuatan struktur yang aman dengan eksekusi SAP. Untuk menjadikan acuan dalam perencanaan alterantif efisiensi namun tetap optimal dalam kekuatan struktur bangunan. Batasan Masalah Penelitian difokuskan pada Review Bill Off Quantity (BOQ) dan di lakukan perbandingan dengan eksekusi SAP 2000v24 untuk melihat optimalisasi anggaran dan *quantity* (volume fisik) tanpa mengurangi quality struktur bangunan. Evaluasi kinerja struktur pada kondisi rencana dan existing terhadap bahaya bencana gempa bumi yaitu drift ratio dan level performance bangunan. Studi ini hanya meninjau elemen-elemen struktur tertentu yaitu kolom dan balok. Program yang digunakan untuk analisis struktur adalah SAP2000. Peraturan yang digunakan untuk menghitung anggaran biaya adalah SNI 7394:2008 Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan. Proses Rekayasa Nilai yang ditinjau adalah pada tahap perencanaan Pembangunan Gedung Auditorium Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Salodong Makassar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif yaitu metode penelitian yang menggambarkan subjek ataupun objek yang diteliti dengan menggunakan hasil analisis data berupa angka, dimana tiap tahapan merupakan bagian yang menentukan untuk melanjutkan ke tahapan berikutnya. Penelitian diawali dengan pengumpulan data awal berupa data sekunder yang dapat diperoleh dari pihak owner maupun konsultan perencana serta beberapa penelitian yang dapat dikaitkan dengan topik tersebut. Tahapan selanjutnya adalah tahap kreatifitas dan inovasi, dimana penelitian dilakukan untuk mendapatkan desain alternatif

dari item-item pekerjaan yang telah dikelompokkan sebelumnya. Penentuan desain alternatif dilakukan dengan cara brainstorming antara stakeholder terkait dan pengumpulan data sekunder dari spesifikasi desain alternatif yang ditinjau. Setelah terkumpul beberapa alternatif desain maka dilanjutkan ke tahap evaluasi dimana setiap desain alternatif yang ada disandingkan dengan subjek pembanding beserta dengan perbandingan biaya life cycle cost (LCC) untuk menentukan peringkat pada masing-masing desain alternatif sehingga akan lebih mudah dalam mengombinasikan item-item tersebut guna memperoleh hasil kombinasi yang terbaik dari segi biaya, mutu, dan waktu.

Data yang diperlukan dalam perancangan meliputi data struktural, jenis tanah, beban gempa, serta bahan material bangunan. Data ini digunakan untuk pemodelan dan pembebanan struktur yang selanjutnya dianalisis dengan bantuan SAP 2000 V24.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Bill of Quantity dan Rencana Anggaran Belanja BAB V merupakan bab analisis BOQ dan RAB. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan rinci setiap elemen – Lantai Aktual dan Lantai Value Engginer(VE).

1. Tahap Informasi

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang akan digunakan dalam proses analisis Rekayasa Nilai pada gedung Auditorium. Sebagian dari data-data ini berbentuk data-data sekunder yang didapatkan dari berbagai sumber termasuk *owner*, dan pengamatan langsung dilapangan. Sebagian lagi merupakan kajian dari studi literatur tentang analisis, desain, peraturan-peraturan maupun proses Rekayasa Nilai itu sendiri.

a. Struktur Eksisting Bangunan Auditorium

Sistem struktur eksisting gedung Auditorium merupakan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus dengan material beton bertulang. Disamping volumenya yang cukup besar sistem struktur gedung ini tergolong sederhana. Mutu beton yang digunakan adalah f'_c 30 MPa dan penulangan utama arah memanjang adalah f_y 400 MPa. Gedung Auditorium ini terdiri dari 4 lantai dengan panjang kali lebarnya adalah 250×96 m² sedang luasnya mencapai 31,695 m². Balok induk dari gedung ini berkisar mulai dari 30×60 cm² sampai dengan 70×140 cm² sedang balok anaknya berkisar mulai dari 15×30 cm² sampai dengan 35×70 cm². Penampang kolom juga cukup beragam mulai dari 60×60 cm² sampai dengan 100×100 cm².

b. Mutu Material

Mutu beton digunakan sebagai alternatif tetap sebagaimana perencanaan aktual f'_c 30 MPa. Modifikasi adalah pada susunan/mapping balok lantai dan pembesian.

2. Tahap Kreatif

Data Struktur di dapatkan *Structural Analysis Program (SAP)*, SAP adalah program yang digunakan untuk menganalisis dan mendesain suatu struktur yang berorientasi objek (*Object Oriented Programming*). Penggunaannya berbasis visual. SAP memiliki kelebihan, terutama dalam perancangan struktur baja dan beton, yakni dapat merancang elemen struktur dengan menggunakan profil baja se- ekonomis mungkin, sehingga dalam penggunaannya tidak perlu menentukan elemen awal dengan profil pilihannya, tetapi cukup dengan memberikan data profil dari database SAP.

3. Perhitungan Balok dan Kolom

Data Struktur di dapatkan *Structural Analysis Program (SAP)*, SAP adalah program yang digunakan untuk menganalisis dan mendesain suatu struktur yang berorientasi objek (*Object Oriented Programming*). Penggunaannya berbasis visual. SAP memiliki kelebihan, terutama dalam perancangan struktur baja dan beton, yakni dapat merancang elemen struktur dengan menggunakan profil baja se- ekonomis mungkin, sehingga dalam penggunaannya tidak perlu menentukan elemen awal dengan profil pilihannya, tetapi cukup dengan memberikan data profil dari database SAP.

Perhitungan Plat lantai (Slab) dilakukan pada masing-masing lantai, mulai dari lantai 1 sampai dengan lantai 6, sehingga juga terdapat 6 hasil perhitungan. Berikut perhitungan plat lantai (slab) lantai 1 sebagai contoh dengan plat lentur dua arah (*two way slab*). Untuk 5 perhitungan lainnya menggunakan metode yang sama dengan rekapitulasi nilai akhir akan ditampilkan dan disandingkan pada akhir subbab ini. Perhitungan plat lantai terdiri dari beberapa tahapan, yaitu input data bahan struktur, input data plat lantai, menghitung beban plat lantai yang terdiri dari beban mati, beban hidup, beban rencana terfaktor, momen plat akibat beban terfaktor, penulangan plat, dan kontrol lendutan plat.

4. Analisis Bill of Quantity dan Rencana Anggaran

Dalam analisis Bill of Quantity (BoQ) menggunakan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembangunan Gedung Laboratorium Politeknik Ilmu Pelayaran. RAB ini didapatkan dari *owner* atau pemilik proyek. Total anggaran yang akan diperbandingkan akan berfokus pada perbandingan antara perubahan nilai pada pekerjaan struktur, dimana terdapat skenario lain dari susunan balok dan kolom. Skenario lain ini secara langsung akan mengurangi volume, khususnya volume kolom dan beton dengan analisis struktur yang masih masuk dalam kategori aman atau sesuai dengan nilai yang disyaratkan. Selisih dari nilai volume dan anggaran tersebut dapat dijadikan sebagai nilai manfaat ekonomi dari efisiensi volume kolom, balok dan plat.

Item pekerjaan dalam pembangunan Gedung Laboratorium PIP ini terdiri atas Pekerjaan

Persiapan, Pekerjaan Tanah, Pekerjaan Struktur, Pekerjaan Finishing Arsitektur serta Pekerjaan Mekanikal Elektrikal dan Plumbing. Total anggaran yang direncanakan untuk membangun gedung adalah Rp 121,563,450,528.28 dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 1 Rekapitulasi RAB Biaya Konstruksi Pembangunan Gedung dan Library

REKAPITULASI TOTAL			
RENCANA ANGGARAN BIAYA KONSTRUKSI PEMBANGUNAN GEDUNG AUDITORIUM DAN WORKSHOP			
REKAPITULASI TOTAL			
SATUAN KERJA	: POLITEKNIK ILMU PELAYARAN		
BANGUNAN	: AUDITORIUM DAN WORKSHOP		
KOTA	: MAKASSAR		
TAHUN	: 2022 - 2023		
NO	URAIAN PEKERJAAN		
I	PEMBANGUNAN AUDITORIUM & LIBRARY	Rp 120,364,915,592.94	86.14%
II	PEMBANGUNAN WORKSHOP	Rp 14,180,007,137.94	13.86%
	JUMLAH	Rp 134,544,922,730.88	100.00%
	PPN 11%	Rp 14,799,941,500.40	
	JUMLAH TOTAL	Rp 149,344,864,231.28	
	PEMBILATAN	Rp 149,344,800,000.00	
TERBILANG :			
SERATUS EMPAT PULUH MILYAR TIGA RATUS EMPAT PULUH EMPAT JUTA DELAPAN RATUS RIBU RUPIAH			

a. Tahap Kreatif

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan ide alternatif yang bisa diterapkan pada gedung Auditorium. Dengan menggunakan teknik brainstorming yang merupakan salah satu teknik berdasar asosiasi bebas yang biasanya digunakan untuk diskusi pemilihan alternatif pada proses Rekayasa Nilai, diskusi-diskusi terarah yang sesuai dengan batasan-batasan penulisan ini dilakukan dengan ahli-ahli dibidang rekayasa struktur juga dengan para pelaku rekayasa di daerah pekerjaan gedung Auditorium.

Dari hasil diskusi-diskusi tersebut ada beberapa ide yang menonjol untuk bisa diterapkan pada gedung Auditorium. Dari beberapa ide tersebut ditetapkan perubahan/mapping susunan balok tanpa modifikasi material mutu $f_c' 30$ MPa. Pemilihan alternatif tersebut adalah hal paling mungkin untuk dilakukan sesuai dengan keterbatasan-keterbatasan teknologi konstruksi yang bisa diakses. Mutu beton digunakan sebagai alternatif tetap sebagaimana perencanaan aktual $f_c' 30$ MPa. Modifikasi adalah pada susunan/mapping balok lantai dan pembesian.

b. Perhitungan Hasil Modifikasi

Perhitungan hasil modifikasi pada susunan/mapping balok lantai dan pembesian dilakukan pada software SAP2000 untuk semua kategori mulai dari plat, kolom dan balok. Semua nilai memiliki nilai eksisting (nilai tanpa modifikasi) dan nilai setelah modifikasi. Dalam pembahasan ini digunakan contoh perhitungan pada K-3. Bahwa jumlah tulangan atas dan bawah dimodifikasi berupa pengurangan masing-masing 1 buah, sedangkan untuk susunan

tulangan diasumsikan atau dianggap tetap. Selanjutnya dilakukan perhitungan dan tahapan yang sama pada subbab 4.4 yaitu perhitungan kapasitas lentur kolom dan perhitungan geser dan torsi kolom.

c. Perbandingan Nilai hasil Modifikasi

Berdasarkan diagram interaksi kolom di bawah ini, diketahui bahwa kolom (K1) mengalami keruntuhan tekan. Dimana eksentrisitas ($e = M_u/P_u$) lebih kecil daripada eksentrisitas seimbang ($e_b = M_{nb}/P_{nb}$), dan titik koordinat (M_u/P_u) berada pada daerah keruntuhan tekan. Pada kondisi ini regangan pada beton akan mencapai 0,003, sedangkan regangan pada tulangan baja akan kurang dari ϵ_y . Sumbu netral akan bergerak mendekati tulangan tarik, menambah luas daerah tekan beton, sehingga jarak sumbu netral dari serat tekan beton akan melebihi jaraknya pada kondisi seimbang ($c > c_b$). Berikut merupakan gambar diagram interaksi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian: Proses Rekayasa Nilai bisa memberikan sistem kontrol yang baik dalam mengoptimasi suatu siklus proyek meskipun dalam penulisan hanya bisa mengoptimalkan elemen struktural dalam tahapan perencanaan; Penggunaan material beton dengan mutu 50 MPa bisa memberikan potensi penghematan sampai dengan 11.05% untuk elemen balok dan kolom pada elemen struktural Auditorium Gedung Penunjang Akademik Politenik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar atau biaya untuk struktur eksisting adalah Rp. 20,182,069,393.26 dan biaya untuk struktur alternatif adalah Rp. 17,952,592,081.37. Penggunaan material beton dengan mutu 70 MPa bisa memberikan penghematan sampai dengan 6.16% untuk elemen balok dan kolom pada elemen struktural Auditorium Gedung Penunjang Akademik Politenik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar dengan biaya struktur alternatif adalah Rp. 18,938,972,639.11.; Level tingkat kinerja struktur eksisting adalah Immediate Occupancy dengan target perpindahan atap sebesar 41.3 mm yang mana tingkat kinerja ini masih berada pada zona elastik. Rekayasa nilai (*value engineer*) dari pembangunan Gedung Auditorium Politeknik Ilmu pelayaran (PIP) Salodong Makassar bisa dilakukan bantuan permodelan aplikasi SAPv20. Saran: Beberapa saran yang bisa dipertimbangkan dalam studi proses Rekayasa Nilai elemen struktural berikutnya adalah : Proses Rekayasa Nilai bisa dikembangkan dengan melibatkan tim dengan multidisiplin ilmu sehingga proses diskusi penggalan ide-ide alternatif bisa lebih digali pada tiap tahapan proyek; Penjabaran dalam pemilihan ide pada tahap kreatif sebaiknya diberikan detail penjabaran putusan teknis dalam pengambilan keputusan sehingga bisa dilihat tahapan metode pengambilan keputusan sehingga diperoleh konsep Rekayasa Nilai optimum yang bisa

digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashad, Hanafi, and Andi Baso Gunawan. "Penggunaan Terak Nikel Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Agregat Kasar Beton Mutu Tinggi." *Jurnal Teknik Sipil* 29, no. 3 (2022): 257–62. <<https://doi.org/10.5614/jts.2022.29.3.7>.
- Aulia, Diana Fika, Ignatius Sudarsono, and Fauzia Mulyawati. "Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Pemodelan Struktur (3D) Berdasarkan Analisis Statik Beban Dorong (Pushover Analysis)." *Cived* 9, no. 3 (2022): 248. <<https://doi.org/10.24036/cived.v9i3.119964/>.
- Betamal, Fendy Nur. "Analisa Life Cycle Cost Perkerasan Kaku Dan Lentur Jalan Nasional (Studi Khusus: Jalan Batas Kota Bojonegoro- Padangan)," 2015.
- Diputera, I Gede Angga, I Gusti Agung, Adnyana Putera, Ayu Putu, and Candra Dharmayanti. "Penerapan Value Engineering (Ve) Pada Proyek Pembangunan Taman Sari Apartement." *Jurnal Spektran* 6, no. 2 (2018): 210–16. <<https://ojs.unud.ac.id/index.php/jnsn/article/view/42315>.
- Jaya, Nyoman Martha;, A.A.Gde Agung; Yana, and I Wayan Erick; Triswandana. "Penerapan Rekayasa Nilai Pada Proyek Pembangunan Gedung Sekolah (Studi Kasus Pembangunan Gedung Sekolah Sanur Independent School)." *Jurnal Spektran* 7, no. 1 (2019): 244–53.
- Khaerul Bahri, and Retno Indryani. "Penerapan VE Pada Proyek Transmart Carrefour Padang." *Penerapan VE Pada Proyek Transmart Carrefour Padang* 7, no. 1 (2018): 3–7. <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28799>.
- Mamesah, Hizkia Yehezkiel, Steenie E. Wallah, and Reky Stenly Windah. "Analisis Pushover Pada Bangunan Dengan Soft First Story." *Jurnal Sipil Statik* 2, no. 4 (2014): 214–24.
- Masagala, Algazt Arsyad, and Faqih Ma'arif. "Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berlantai 4: Studi Kasus Gedung Baru Kampus I Universitas Teknologi Yogyakarta." *Semesta Teknika* 19, no. 1 (2016): 80–89.
- Muntafi, Yunalia. "Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung DPU Wilayah Kabupaten Wonogiri Dengan Analisis Pushover." *Symposium Nasional RAPI XI FT UMS 2012*, 2012, 68–75.
- Nasution, Amrinsyah. *Analisa Dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Edited by Amrinsyah Nasution. Pertama. Bandung: Penerbit ITB, 2009.
- . *Dinamika Struktur*. Edited by Amrinsyah Nasution. Cetakan Pe. Bandung: Penerbit ITB, 2016.
- . *Metode Elemen Hingga*. Cetakan I. Bandung: Penerbit ITB, 2010.
- . *Rekayasa Gempa Dan Sistem Struktur Tahan Gempa*. Edited by Amriansyah Nasution.

- Pertama. Bandung: Penerbit ITB, 2016.
- . Report Calculation Structure System (2021).
- Nasution, Amrinsyah, and Zakaria Hasballah. *Metode Numerik Dalam Ilmu Rekayasa Sipil*. Edited by Amrinsyah Nasution. Kedua. Bandung, 2011.
- Pamungkas, Anugrah, and Erny Herianti. *Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Edited by Giovanny. Edisi I. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2018.
- Priyo, Mandiyo, and Totok Dwi Hermawan. "Aplikasi Value Engineering Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung BPKP Yogyakarta)." *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika* 13, no. 2 (2010): 116–29.
- Rani, Hafnidar, A. *Konsep Value Engineering Dalam Manajemen Proyek Konstruksi*. Edisi Kedu. Yogyakarta: Deepublish, 2022.
- Saloma, Amrinsyah Nasution, Iswandi Imran, and Mikrajuddin Abdullah. "Improvement of Concrete Durability by Nanomaterials." *Procedia Engineering* 125 (2015): 608–12.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.078>.
- Santoso, Hinawan Teguh. *Buku Ajar Komputer Terapan SAP2000 Untuk Program Vokasi Dan Terapan*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Deepublish, 2022.
- Umum, Team Kementerian Pekerjaan. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung*. Jakarta, 1987.