

巴厘岛绿色建筑材料初探

Ni Wayan Meidayanti Mustika^{1,2} Ngakan Ketut Acwin Dwijendra¹

1. 乌达雅纳大学工程学院 巴厘岛 印度尼西亚

2. 瓦玛德哇大学工程与设计学院建筑系 巴厘岛 印度尼西亚

【摘要】：绿色材料是对环境友好、对建筑使用者没有负面影响、可持续的建筑材料。绿色材料是支持能效目标的绿色建筑评估参数中的标准之一。了解绿色材料及其在巴厘岛的可用性，对于协调巴厘岛绿色建筑的发展与材料供应的潜力和问题非常重要。本文旨在根据巴厘岛的绿色建筑原则，对使用可持续建筑材料的限制和机会进行初步研究。采用描述性方法，通过与讨论背景相关的文献综述技术得到加强。从建筑材料的使用来看，巴厘岛的建筑具有非常独特的设计和外观特征。巴厘岛绿色材料的选择受到以下因素的影响：在建筑物中实施巴厘岛建筑的要求、因位置而对材料采购的限制、材料合法性参考和生态标签证明文件，以及在不丧失巴厘岛建筑特色的情况下使用智能和先进材料的机会。

【关键词】：绿色材料；绿色建筑；可持续建筑材料

1 引言

可持续发展是建筑应对气候变化影响的一个解决方案。绿色建筑是实现可持续发展的一部分，其重点是将绿色建筑的原则应用于建筑。根据世界绿色建筑委员会(WGBC)^[1]，绿色建筑是指在其设计、建造和运行中，减少或消除对气候和自然环境的负面影响，并能创造正面影响的建筑。绿色建筑有望高效利用能源，最大限度地减少对环境的不利影响，支持自然资源的可持续利用，并提高用户的生活质量。

总的来说，有几个原则可以用来使一个建筑成为绿色建筑。其中一些原则包括：（1）有效利用能源、水和其他自然资源；（2）利用太阳能等可再生能源；（3）减少污染和废物，鼓励再利用和回收；（4）改善室内空间的健康和空气质量；（5）使用无毒、规范和可持续的建筑材料；（6）关注环境影响以及设计、施工和运营阶段；（7）关注用户的生活质量；（8）规划能够适应环境变化的建筑设计。

在上面提到的几个原则中，使用可持续材料是实现绿色建筑必须考虑的一个因素。通常，影响建筑物中材料的选择最重要的考虑因素是成本。但是，这个购买成本只显示了生产和运输的成本，而不是社会和环境影响的成本^[2]。这是绿色材料概念中的考虑因素之一。材料的选择也与绿色建筑的被动式设计密切相关。材料的选择需要与其支持绿色建筑性能的能力相关，特别是在能源效率和提高用户生活质量方面。

如果我们参考世界各国的几个绿色建筑评估工具，如美国绿色建筑委员会的能源与环境设计认证(LEED)是最广泛使用的评级系统，以及英国的 BREEAM、澳大利亚的绿色之星、马来西亚的绿色建筑指数、日本的 CASBEE。绿色材料是绿色

建筑认证评估的一个重要方面^[3-5]。同样，从印度尼西亚现有的评估参数中可以看到，如印度尼西亚绿色建筑委员会(GBCI)^[6]的 GreenShip 1.2 和公共工程和住房部(PUPR)^[7]的评级工具，材料成分也是绿色建筑认证中的一项评估指标。

绿色建筑概念在巴厘岛的应用始于公共工程部和吉安雅县地方政府的倡议，它们在政治上指导绿色建筑原则的应用，并在吉安雅的 Sukawati 市场建筑(公共商业建筑)中认证绿色建筑。由此，绿色建筑原则将在巴厘岛得到广泛应用，并应用于更多的建筑，包括政府建筑和私人建筑。从巴厘岛已经开始实施的绿色建筑应用的发展来看，进一步理解这种评估的参数是非常重要的。

第一步，需要对与实施绿色建筑原则的要求相关的每个部分进行总体审查，以便参与实现绿色建筑的利益相关方在做出与实现能效目标、提高生活质量和可持续发展相关的决策时有一个依据。在本文中进行的分析是关于绿色材料的参数。这项一般性研究描述了巴厘岛绿色建筑应用绿色材料的机会、局限性和替代方案。

2 研究方法

本文的目的是根据巴厘岛的绿色建筑原则，对应用可持续建筑材料的局限性和机遇进行初步分析。从建筑材料的使用来看，巴厘岛的建筑具有非常独特的设计和外观特征。可再生天然材料的使用是展现巴厘岛传统建筑外观特色的重要组成部分^[8]。当功能的发展导致建筑类型被纳入绿色建筑的范围时，如办公室、商业建筑(购物中心)、会议厅或展览馆、医院建筑、博物馆、教育建筑、复杂的多层住宅建筑公寓和酒店^[9]，这种传统巴厘岛建筑的特征必须保持。绿色材料的选择和替代应用尤其影响巴厘岛绿色建筑实现。因

此,初步研究对于概述用于支持绿色建筑成功实现其目标(即节能)的建筑材料非常重要。

本研究采用描述性方法,通过与讨论背景相关的文献综述技术得到加强。尽管使用的文献数据库有限,但通过对与讨论背景相关的文献进行研究,将使研究更具参考性和针对性。

3 讨论

3.1 绿色材料作为可持续建筑材料的研究进展

一般来说,绿色材料是指对环境友好或对环境、使用者健康和可持续性没有不利影响的建筑材料^[10-12]。但是,对绿色材料的理解不仅限于对环境友好的建筑材料,还将涉及材料的来源、生产过程、运输和在建筑物中的安装等方面。从头到尾研究材料的使用被称为材料生命周期分析^[6,7,13]。

从可持续建筑材料和生命周期材料的角度来看,材料从三个发展阶段进行区分,即建筑前阶段(PreBP)、建筑阶段(BP)和建筑后阶段(PostBP)。在选择材料时,有几个特性需要考虑^[2]。下面的表1显示了这些特性与建筑阶段的关系。

表1 建筑阶段与材料可持续特性的关系

可持续特性	PreBP	BP	PostBP
制造业污染防治措施	√		
制造业废物减少措施	√		
再生成分比例	√		
具体化节能	√		
自然资源使用	√		
建筑废物的减少		√	
当地材料		√	
节能		√	
水治理和节水		√	
无毒材料的使用		√	
可再生能源系统		√	
寿命长		√	
可复用性			√
再循环能力			√
生物降解能力			√

来源: Kim & Rigdon, 1998。

从不同来源和环境影响角度看,与绿色材料标准相关的

参考资料见下表2^[4]。

表2 绿色建筑的环境材料标准

	标准/变量	描述
1	低毒性	毒性低或无毒浓度的材料
2	最小排放量	化学排放(挥发性有机化合物、氯氟烃)低或者无化学排放的产品
3	挥发性有机化合物浓度低	降低室内空气的含量
4	再生成分比例	产品含有可辨认的回收物
5	资源效率	减少能源消耗废物和温室气体的产品
6	可循环材料	材料在使用寿命结束后可回收
7	可复用组件	可复用的建筑组件
8	可持续性来源	来自可持续资源的可再生天然材料
9	耐用材料	可与传统材料媲美,寿命长
10	防潮	抗湿气或抑制污染物生长的产品
11	节能	有助于降低建筑能耗的材料
12	节水	有助于减少水消耗的产品和系统
13	室内空气质量提高	促进健康室内空气质量的系统或设备
14	健康的养护	适于简单无毒清洁的材料
15	当地产品	区域材料,可节能及减少到项目现场的运输
16	价格实惠	建筑成本可与传统材料相媲美

来源: Froeschle, 1999; Vatalis 等, 2013。

3.2 借鉴巴厘岛传统建筑的选材

在巴厘岛传统建筑中,在建筑结构的各个部分使用天然材料是一种常见的做法。根据 Sulistyawati (2013)^[15]的说法,这些天然材料包括茅草、糖棕榈树的黑色纤维、屋顶瓦片、砖块、当地天然石头(如 batu padas)和木材。材料类型取决于其在建筑结构部分上的安装,例如:

(1) 屋顶材料

传统屋顶覆盖物的替代品是木瓦、茅草(alang-alang)和棕榈纤维。茅草是一种早期的屋顶材料,后来发展为使用棕榈纤维对高于住宅的建筑进行分类,例如用于圣地。粘土瓦是一种更现代且目前广泛使用的屋顶覆盖材料。

(2) 墙和柱的材料

在传统的巴厘岛建筑中,红砖和波兰土被用作墙壁。对

于墙面装饰,也经常使用红砖和实心石雕。一般来说,用木头来修筑建筑立柱。所用的木材根据使用它的建筑类型而分级。比如建造圣地(寺庙)会使用檀香、金缕石、majegau 等最高等级的树种。

(3) 基础材料

传统巴厘岛子结构的替代材料包括砖、实心石、河石、石灰石等,以及混凝土等更现代的替代材料。

巴厘岛建筑中的建筑材料方法不仅要满足物理要求,还要根据其建筑中的各种功能满足使用和放置要求。为了人类与自然环境的和谐,材料尽可能从建筑周围环境中存在的材料中获得^[16]。例如,用于建筑地基的材料使用来自建筑工地周围环境的天然石头。

靠近河流的村庄使用河石地基,靠近石灰岩山区的村庄使用石灰岩作为地基材料,具有其他天然岩石源特征的区域将尝试调整附近材料的可用性。

另一个例子是选择替代的屋顶覆盖材料,也能根据周围环境的可用性进行调整。有足够竹子的山区使用竹瓦覆盖屋顶;但如果该地区靠近稻田,则主要使用茅草。同样,其他替代屋顶覆盖物,如棕榈纤维和编织椰子叶,也出现在附近。

传统的巴厘岛建筑也经常展示具有自身特色的材料。例如,砖块和其他天然石头按其原始状态安装。木材、竹子、屋顶覆盖材料,如茅草和棕榈纤维以其自然状态安装,并显示其自然的颜色纹理。色彩的多样性、建筑构件的布局、纹理、比例和构成,形成了一系列美丽的巴厘岛建筑美学。

3.3 基于政府绿色建筑法规的绿色材料标准

参考公共工程和住房部长 2015 年第 2 号条例^[17],其中一项关于绿色建筑的原则是绿色建筑必须减少土地、材料、水和其他资源的使用。此外,建筑技术规划阶段的要求非常重视使用当地的环保材料,这些材料没有危险,并通过环保认证(生态标签)。

更详细地说,根据《建筑操作技术指南》(Surat Edaran 第 86/SE/DC/2016 号)^[18]理解环境友好型材料,环境友好型材料具有两个一般条件,更详细地描述如下:

(1) 有害物质的控制

控制使用可能影响用户健康甚至导致癌症(致癌性)的危险材料。通过选择用作主要屋顶覆盖物的材料、墙面涂料饰面材料、可再生木材或竹子材料以及金属材料进行控制。对于可再生木材,重点是粘合剂(胶水)的使用,需要确保不会危及用户的健康。

(2) 使用经认证的环保材料

这一要求的目的是从原材料生产者的角度保护环境的可持续性。支持文件是 Sertifikat Manajemen Lingkungan (SML)、木材合法性证书和材料产品生态标签证书。需要此证明的材料包括结构材料(沙子和砾石),最好是当地的,水泥材料,墙壁覆盖板,可再生木材或竹子材料,油漆和屋顶覆盖物。

除了上述与材料相关的两件条件之外,在考虑建筑材料的使用、供应商的选择和节能时,必须注意生命周期的原则。有效利用材料以减少材料浪费也是必须考虑的事情。材料供应商的选择应尽可能靠近项目所在地,以减少不可再生能源的运输使用。

3.4 符合绿色建筑认证评级工具的绿色材料

为了确保建筑符合绿色建筑参数的要求,必须通过认证程序。在本研究中,绿色材料标准参考世界绿色建筑委员会的附属机构一印度尼西亚绿色建筑委员会(GBCI)使用的评级工具中的评估参数。目前使用的最新评级工具是 Greenship 1.2^[6]。

在 Greenship 1.2 绿色建筑评估中,第四类是材料资源和循环(MRC)。在这个类别中,有 1 个先决条件和 6 个标准。解释如下:

(1) 先决条件:基本制冷剂

这一要求涉及空调制冷剂不使用氯氟化碳,灭火剂不使用哈龙气体。这两种物质破坏臭氧层,被归类为有害物质。臭氧层的破坏是全球变暖和气候变化的原因之一。

(2) 建筑 and 材料再利用标准

旧建筑或其他地方的旧材料的再利用旨在减少新材料的使用,延长材料的寿命,减少建筑材料的浪费。该标准中得分的旧材料再利用是指材料再利用的百分比相当于总材料成本的 10%-20%。

(3) 环境友好型加工材料标准

该标准旨在减少与获取原材料以及制造材料直至能够使用的整个过程相关的生态方面的不利影响。基准是在生产过程中有环境管理证书的材料,使用可回收的材料和主要原材料来自可再生来源、收获期在 10 年以下的材料。

(4) 非消耗臭氧层物质(ODS)使用标准

该标准是关于绿色建筑不使用有可能破坏臭氧层的材料。重点是整个建筑的冷却系统不应使用氟氯烃。

(5) 木材认证标准

该标准旨在保护作为木材来源的森林的可持续性。在绿色建筑中，希望使用的木材具有合法的木材原产地证书，如加工木材运输发票文件（FAKO）和公司证书，并且不包括非法贸易。

(6) 预制材料标准

预制材料是提高材料效率和减少施工阶段产生废物的方法之一。绿色建筑需使用30%的预制模块材料。常用的制造材料类型有铝复合板、玻璃、混凝土—用于地板、柱子、墙壁和屋顶建筑结构的预制混凝土，以及内部使用的模块式隔墙。

(7) 区域材料标准

使用当地材料旨在减少运输工具在运输过程中的碳足迹，并鼓励国内产业的增长。绿色建筑要求主要原材料所在地和工厂在1000公里半径范围内，并优先考虑原材料的原产地在印度尼西亚境内或不是进口材料。

4 结果

4.1 巴厘岛建筑对建筑的要求

巴厘岛的建筑必须具有巴厘岛建筑应用的特征，并受到与建筑相关的地区法规管理^[19]。这些建筑要求与建筑物外观的形状和特征、内部以及与合作的协调性有关。根据这一地区法规，巴厘岛传统建筑风格被定义为一种建筑外观风格，通过应用各种形式原则，包含巴厘岛传统建筑的身份和价值观，可以提供基于巴厘岛文化的建筑形象，该文化充满印度教。

上述地区法规中也提到了建筑材料方面。在这些法规中，当地建筑材料的使用受到重视，建筑的颜色和纹理与环境相协调。所用材料选择过程的主要目标是在建筑物的体现中加强传统建筑特征的反映，尤其是在建筑物外观中。

具体来说，对于木材的使用，当提到传统巴厘岛建筑中常用的木材时，未来将会出现与材料可用性和潜在稀缺性相关的问题。根据传统规范，木材的选择被认为与木材的等级相当，例如菠萝蜜木可以用 Merbau 木材代替，柚木可以用 bangkirai 木材代替。此外，为了建筑中木材的强度、耐久性和美观，也允许在木材加工和利用中使用技术。另一种构成巴厘岛建筑特色的材料是天然石头，如砂岩、河石、砖、石灰石和其他当地石头。迷你风格的石头可以安装在建筑物的正面或建筑物周围的墙上。

在一个较小范围的地区规定中，即在登巴萨市，建筑材料问题出现在装饰风格原则的讨论中^[20]。建筑物所需的装饰

是与建筑物外观很好融合的传统装饰。建筑装饰中使用的材料应该是有机或天然材料，如砖、砂岩和其他天然石头。这种装饰的应用从建筑物的屋顶开始，以 bentala 和 ikut celedu 装饰，在建筑物的墙体上用补丁或装饰物，在腿部用 pepalih 或天然材料带。

4.2 巴厘岛绿色材料采购的限制

在巴厘岛采购建筑材料的条件不同于在印度尼西亚主岛爪哇采购材料的条件。不同之处包括没有生产陶瓷、水泥或油漆等建筑材料的工厂。巴厘岛的大多数经销商都是建筑材料经销商。蕴含能源和碳排放的问题将影响巴厘岛绿色建筑材料的选择。

这就需要特别注意使用燃料的问题。燃料是一种不可再生的自然资源，用于从工厂运输材料到经销商，然后再运输到现场，或者从工厂直接运输到现场。参考 GBCI 绿色建筑标准^[6]中使用的一个测量距离，标准中较大点的距离限制仍为1000 km，下一点仍在印度尼西亚政府的范围内。因此，从巴厘岛以外采购材料时，如果距离为1000 km，则必须将巴厘岛限制在爪哇岛以西，东努沙登加拉岛以东。巴厘岛的绿色建筑不应再使用进口原材料。

巴厘岛传统建筑的传统材料选择方法反映了使用当地建筑材料的理念。这符合绿色建筑材料方面的理念。这表明传统巴厘岛建筑已经具备了与绿色建筑相同的可持续性原则。这是巴厘岛绿色建筑的优势之一，并且在巴厘岛的建筑要求法规中有规定。

与此同时，原产地在巴厘岛的当地材料的可用性，如用于建筑结构的沙子和石头，安装在外墙上的替代天然石头和竹子，以及某些类型的当地木材。关于木材，大部分来源都在巴厘岛以外，有必要通过环保文件和认证来确认所用材料的合法性。此外，有必要收集与可持续性相关的当地建筑材料的数据。

4.3 采购经认证的合法材料

表明建筑材料尤其是木材合法性的证明或文件在选择绿色建筑使用的材料时非常重要。对于材料使用者来说，了解在哪里可以找到信息或查看用于证明材料环保性的文件的有效性是非常重要的。如上所述，证明材料合法性的几个参考文件是环境管理证书（SML）、木材合法性证书和材料产品的生态标签证书。关于木材合法性的文件，如加工木材运输发票（FAKO），可以显示所涉木材的合法性和来源^[21]。同时，与公司或材料生产行业拥有的环境管理体系（EMS）相关的国际标准 ISO 14001 也可以是表明公司已经达到环境影响管理要求标准的文件。更多详情可参见网 <http://standard>

isasi.menlhk.go.id/WP-content/uploads/2016/11/fleed-ISO-14001-SML.pdf。

还有其他几个机构也可以作为符合环境友好标准的替代材料的信息来源，如 <https://lei.or.id/> 网站上的印度尼西亚生态标签协会的认证，以及 <https://gpci.or.id/> 网站上的印度尼西亚绿色产品委员会（GPCI）的环境友好建筑材料相关信息来源。这两个机构都是从事环境友好认证的非营利组织，是全球生态标签网络（GEN）的准成员。GPCI 的成立是为了鼓励所有人在使用绿色环保的建筑材料产品时关注环境问题。经过认证并符合环保或绿色材料标准的材料类型包括瓷砖或花岗岩瓷砖、石膏板、水泥板、油漆和涂料、清洁工具、管道、轻钢和钢、玻璃、铝和水泥砂浆。

4.4 考虑应用更复杂的建筑材料(高级绿色材料)

巴厘岛建筑的立面设计通常采用天然石材，占其大部分面积^[8,21]。如果使用含有有害健康成分的粘合剂，天然石材的安装和维护也可能会使用有害健康的化学物质。粘合剂材料的选择需要验证其生态标签，以确定它对使用者是安全的。

用于立面的其他符合绿色建筑原则的尖端材料的替代方案是使用玻璃来最大限度地减少建筑中的能源使用。玻璃是绿色建筑中的智能材料，尤其是被称为 Low-e 的具有低发射特性的玻璃，和被称为反射玻璃的具有光反射能力的玻璃^[22]。低辐射或低发射率涂层玻璃由薄的不可见层、金属或金属氧化物层组成，这些层通过热解(硬涂层)或在真空涂布机(软涂层)中沉积在玻璃上。Low-e 玻璃能够减少进入建筑物的热量，从而间接减少冷却能耗，并提高用户在室内的舒适度。

光伏发电是一种广泛用于绿色建筑的替代能源。有了光伏板中的太阳能电池，产生热量的阳光被转化为电能^[22]。鉴于绿色建筑的重点之一是能源效率，光伏板的使用将是巴厘岛绿色建筑应用的一个重要突破。这种太阳能电池板一般放在建筑物的屋顶上，以最大限度地吸收太阳能。

外立面在巴厘岛的建筑中很重要，因为它们体现了巴厘岛建筑身份的体现^[23]。这种尖端材料的使用仍应考虑立面上巴厘岛建筑身份和建筑构成的变化需要，以免失去其地方特色。

参考文献:

[1] WorldGBC. What is green building. World Green Building Council, 2018.

[2] J. Kim, B. Rigdon. Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials. Building, 1998, [Online]. Available: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Qualities+,+Use+,+and+Examples+of+Sustainable+Building+Materials#1>.

例如，使用玻璃的效果将极大地影响建筑物主体上的建筑物立面。需要考虑玻璃面积的百分比，不能占据主导地位，不能消除立面上的装饰机会。太阳能电池板的使用会影响屋顶的外观和整个建筑的外观。屋顶上太阳能电池板的放置必须以不干扰建筑特性的外观，但仍能发挥最佳功能的原则进行规划。

5 结论

本文讨论具有环境友好特性的绿色材料。它与可持续性密切相关，即当前使用的材料不会影响后代的可用性。判断分类并归类为绿色材料，不能只看最终产品，还必须注意几个方面，如生产材料使用了多少能源，生产过程中产生了多少废物。在安装或使用材料时，需要注意材料在建筑中发挥最佳功能需要多少能量。然后在其最佳使用期结束时，还需要查看是否有重新使用的潜力，或者是否必须立即丢弃而无法回收。使用者在使用绿色材料时获得的优势是降低维护建筑物或更换材料的成本，支持建筑物的能源效率，支持用户健康且设计灵活^[10]。

对于巴厘岛建筑中使用的绿色材料的选择，有几方面可以总结并需要考虑，即：

(1) 绿色材料的选择必须基于建筑设计特点的需要，依据岛建筑原则，同时支持在巴厘岛应用绿色建筑原则的目标。

(2) 最大限度地利用巴厘岛当地可用的绿色材料，以减少碳排放。

(3) 根据绿色建筑评估标准参数，选择要使用的替代绿色材料仍必须参考合法性支持文件和生态标签。

(4) 智能材料和高科技材料的使用需要注意它对建筑外观和形状的影响。这一点很重要，因为巴厘岛的主要建筑特征是通过建筑的外观和形状来识别的。

本研究仍然是一个非常一般性的研究，并没有讨论某些材料的使用与巴厘岛绿色建筑的有效性之间的直接关系。此外，有必要开展更有针对性的研究，以确定建筑材料的供应和采购潜力。巴厘岛材料限制对绿色建筑性能影响的相关研究需要进一步探索。

- [3] B. K. Nguyen, H. Altan. Comparative review of five sustainable rating systems. *Procedia Eng*, 2011,21:376–386. doi: 10.1016/j.proeng.2011.11.2029.
- [4] M. Chehrzad, S. M. Pooshideh, A. Hosseini, J. M. Sardroud. A review on green building assessment tools: Rating, calculation and decision-making. *The Sustainable City XI*, 2016,1:397–404. doi: 10.2495/sc160341.
- [5] R. Reed, A. Bilos, S. Wilkinson, K.-W. Schulte. International Comparison of Sustainable Rating Tools. *JOSRE*, 2009,1(1):1–18. doi: 10.1515/9781400827688.1.
- [6] Green Building Council Indonesia. *Perangkat Penilaian GREENSHIP (GREENSHIP Rating Tools)*, 2013.
- [7] W. Sujatmiko, Z. Astuti, B. N. Raharja, F. Harijani. *Sistem Rating Bangunan Gedung Hijau*. Pekerjaan, Kementerian Dan, Umum Rakyat, Perumahan Penelitian, Badan Pengembangan, D A N Litbang, Pusat Dan, Perumahan, 2013.
- [8] N. K. A. Dwijendra. *Arsitektur Rumah Tradisional Bali - Berdasarkan Asta Kosala-kosali*. 2010.
- [9] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. *Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung*. 2006.
- [10] Shiva Ji. *Green Building Materials and their Common Use in Everyday Life*. 2016. doi: 10.13140/RG.2.1.1635.4323.
- [11] D. R. Syahriyah. Penerapan Aspek Green Material Pada Kriteria Bangunan Ramah Lingkungan Di Indonesia. *J. Lingkung. Binaan Indones.*, 2017,6(2):95–100. doi: 10.32315/jlbi.6.2.95.
- [12] M. Mahmoudian, P. Sharifikheirabadi. Uses of New/Smart Materials in the Green Building with Sustainability Concerns. *Int. Trans. J. Eng. Manag. Appl. Sci. Technol.*, 2020,11(3):1–12. doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.56.
- [13] A. Singh, S. I. Olsen, D. Pant. Importance of life cycle assessment of renewable energy sources. *Green Energy and Technology*, 2013.
- [14] K. I. Vatalis, O. Manoliadis, G. Charalampides, S. Platias, S. Savvidis. Sustainability Components Affecting Decisions for Green Building Projects. *Procedia Econ. Financ.*, 2013,5(13):747–756. doi: 10.1016/s2212-5671(13)00087-7.
- [15] G. A. M. Suartika. *Vernacular Transformations: Architecture, Place and Tradition*, 1st ed. Denpasar, Bali: Pustaka Larasan, 2013.
- [16] I. N. Gelebet, I. W. Meganada, I. W. Y. Negara, I. M. Suwirya, I. N. Surata. *Arsitektur Tradisional Daerah Bali. Proyek Inventarisasi dan Dokumentasi Kebudayaan Daerah*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1982.
- [17] K. P. U. dan P. Rakyat. *Peraturan Menteri No.02/PRT/2015 tentang Bangunan Hijau*. 2015.
- [18] K. P. U. dan P. R. Dinas Cipta Karya. *Petunjuk Teknis Penyelenggaraan Bangunan Hijau*. 2016. [Online]. Available from: <http://www.pu.go.id/>.
- [19] Pemerintah Daerah Propinsi Bali. *Peraturan Daerah Provinsi Bali Nomor 5 Tahun 2005 tentang Persyaratan Arsitektur Gedung*, 2005,1(1):1–8.
- [20] K. D. Dinas Pekerjaan Umum, “Peraturan Walikota Denpasar Nomor 25 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Arsitektur Bangunan Gedung di Kota Denpasar.” p. 13, 2010, [Online]. Available: http://perijinan.denpasarkota.go.id/peraturan/file_peraturan/PerwaliNomor25Tahun2010.pdf.
- [21] M. L. H. dan K. R. Indonesia, *Permen No.P.42/Menlhk-Setjen//2015 tentang Penatausahaan Hsail hutan kayu yang berasal dari hutan alam*. 2015.
- [22] M. Bauer, P. Mösle, and M. Schwarz, *Green building: Guidebook for sustainable architecture*. 2010.
- [23] I. W. Gomudha, “Rekonstruksi Dan Reformasi Nilai-nilai Arsitektur Tradisional Bali (ATB) Pada Arsitektur Masa Kini (AMK) di Bali,” 2000. [Online]. Available: https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penunjang_dir/8ddf0d828e6fb789f454a0fe010ca28f.pdf.